

VERLAUFSBEOBACHTUNGEN
BEI HERZSCHRITTMACHERPATIENTEN

Hans Georg Hofmann.

1975



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554413_0100



Aus der II. Medizinischen Klinik und Poliklinik
der

Johannes Gutenberg Universität Mainz

Direktor: Professor Dr. med. P. Schölmerich

VERLAUFSBEOBACHTUNGEN BEI HERZSCHRITTMACHERPATIENTEN

Inauguraldissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der Medizin
der Johannes Gutenberg Universität Mainz,
den Medizinischen Fachbereichen

vorgelegt von

Hans Georg Hofmann aus

Neustadt/Weinstraße

M A I N Z 1974

Gesamtherstellung



DITTERS BÜRODIENST

6501 HEIDESHEIM/RHEIN

AM KAPELLECHEN 1 · RUF 06132/5711

Fachbereichsdekan: Prof. Dr. med. E. Straub

Referent: Prof. Dr. med. H. Just

Korreferent: Prof. Dr. med. P. Schölmerich

Datum der mündl. Prüfung: 17. Dez. 1975

INHALTSVERZEICHNIS

Einleitung	2
Geschichtlicher Abriß	3
Elektrophysiologische und anatomische Vorbemerkungen	5
Schrittmacher- und Elektrodentypen	13
Methodik der Schrittmacherimplantation	16
Zukünftige Möglichkeiten der Schrittmachertherapie	18
Eigene Ergebnisse	20
EKG vor Behandlungsbeginn	20
Begleiterkrankungen	28
Indikationen zur Schrittmachertherapie	29
Verlaufsbeobachtung	30
Todesfälle	39
Diskussion	43
Zusammenfassung	62
Literaturverzeichnis	63

Bei der Behandlung medikamentös nicht zu beeinflussender Bradycardien ist der elektrische Schrittmacher eine der wichtigsten therapeutischen Errungenschaften der Kardiologie in den letzten beiden Jahrzehnten. Im Augenblick werden jährlich ungefähr 60 000 Patienten mit solchen Geräten versorgt (71). 5000 Neuimplantationen werden allein jährlich in der Bundesrepublik Deutschland vorgenommen (70). Die Verbesserung der Schrittmachertechnik und Elektronik, die Möglichkeit komplikationsarmer Applikationsmethoden sowie die Fortschritte in der Anästhesie der hauptsächlich alten Menschen haben zu einer weiten und fast gefahrlosen Anwendung dieser Therapiemöglichkeit geführt. Immerhin sind viele Probleme noch nicht zufriedenstellend gelöst, darunter hauptsächlich die relativ häufig vorkommenden Elektrodendislokationen und die mit zwei Jahren doch recht kurze Lebensdauer der verschiedenen Batterien.

Aufgabe dieser Studie soll es sein, anhand von 146 schrittmacherbehandelten Fällen auf Fragen der Komplikationen der Behandlung, auf die verschiedenen Indikationen, auf die unterschiedlichen Schrittmachermodelle und ihre Anwendungsbereiche einzugehen. Es sollen behandelt werden der Komplex der mittleren Lebensdauer der einzelnen Batteriefabrikate, die Gründe, die zu ihrer Auswechslung geführt haben und die Frage, wie sich sowohl das zugrunde liegende Krankheitsbild als auch der Zustand des Patienten unter der Schrittmacherbehandlung verändert haben (insbesondere, inwieweit sich wieder ein Sinusrhythmus einstellt).

Geschichtlicher Abriß

Seit GALVANIS Versuchen 1791 war es bekannt, daß der Muskel auf elektrische Reizung antwortete. Obwohl man diese Erkenntnis bald darauf auch auf den Herzmuskel übertrug und wußte, daß spontane Muskelaktivität mit elektrischen Phänomenen verknüpft war, machte man keinen klinischen Gebrauch davon. ALDINI stimulierte 1819 die Herzen enthaupteter Verbrecher, DUCHENNE versuchte 1870 einen Patienten mit Diphtherie und Bradycardie wiederzubeleben, jedoch systematisch untersuchte erstmals 1925 WIGGERS die Elektrostimulation des Herzens und die daraus resultierenden Kontraktionen.

1951 stimulierten CALLAGHAN, BIGELOW und HOPPS den Sinusknoten eines Kaninchenherzens mit einer transvenösen Elektrode während eines durch Hypothermie hervorgerufenen Herzstillstandes, und konnten (50) die Herzfrequenz erhöhen. Dann folgte eine ganze Reihe von Langzeitversuchen im Experiment, bis 1952 ZOLL die klinische Anwendung ohne Thorakotomie erprobte. Der Erfolg dieser lebensrettenden Methode eröffnete die Ära der elektrischen Herzstimulation, die von nun ab zunehmend länger durchgeführt werden konnte. 1957 zeigten WEIRICH und andere die Möglichkeit einer direkten myocardialen Stimulierung nach operativ induzierten AV-Blockierungen. Ein Jahr später zeigten FURMAN und ROBINSON die Möglichkeit, das Kaninchenherz - und später auch das Menschenherz - über kurze Zeit mit Hilfe einer transvenösen Elektrode, die in das rechte Herz eingeführt wurde, zu stimulieren. 1959 berichteten FURMAN und SCHWEDEL über die Langzeitbehandlung mit transvenöser Stimulierung. Ein implantierbares System zur Dauerbehandlung wurde erstmals 1959 von GLENN und anderen ein-

gesetzt. Sie benutzten Radiowellen, die auf induktivem Weg die Stimuli der implantierten Einheit freisetzen (84).

CHARDACK, ZOLL, KANTROWITZ (15, 83, 84) und einige andere modifizierten die myocardialen Elektroden und entwickelten implantierbare Generatoren, die kleinste Quecksilberbatterien mit mehrjähriger Lebensdauer enthielten. Anfänglich waren nur Schrittmacher vorhanden, die ihre Impulse mit einer festgelegten Frequenz zwischen 60 und 70 Schlägen pro Minute abgaben. 1963 konstruierten NATHAN u. a. einen Schrittmachertyp zum klinischen Gebrauch, der das Herz in Abhängigkeit von der Vorhofsystole erregte, was der physiologischen Reizüberleitung am meisten entsprach.

Jahrelang benutzte man Elektroden aus Platin-Iridium und modifiziertem rostfreien Stahl, die auf das Myocard aufgenäht wurden (15, 85). Aber auch dieses hochwertige Material entging nicht einer gewissen Materialermüdung durch die permanente Bewegung. Es resultierten Elektrodenbrüche, deren Beseitigung die nicht gefahrlose Rethorakotomie erforderlich machte. 1963 entwickelten PARSONNET 20, LAGERGREN 14, SIDDONS 26 und andere die Methode der transvenös-endocardialen Stimulierung.

Heute liegen mehr als 20 Schrittmachermodelle vor und man bemüht sich fortwährend um die Lösung der restlichen technischen Probleme, wie Verlängerung der Batterielebensdauer oder andere Möglichkeiten der Energieerzeugung.

Elektrophysiologische Vorbemerkungen

Reizt man im Experiment eine einzelne Herzmuskelfaser mit einem kurzen elektrischen Stromstoß von 10^{-7} A, so erniedrigt sich bei entsprechender Polarität das Ruhepotential der Faser von -90 auf -70 mVolt, der sogenannten Schwelle. Die Depolarisation geht jetzt direkt in den schnellen Anstieg des Aktionspotentials über (50). Dieser Vorgang der Depolarisation läuft in einigen Strukturen des Herzens spontan ab. Am schnellsten im Sinusknoten, dann folgt der etwas langsamere AV-knoten und als letzter das Reizleitungssystem der Kammer. Normalerweise unterdrückt das autonome Aktionspotential dank seiner schnellen Frequenz die Fähigkeit der sekundären und tertiären Schrittmacher zur Automatie. Fällt der normale Sinusreiz aus, erwachen die untergeordneten Reizbildungszentren und werden zum Schrittmacher des Herzens. Nicht in jedem Fall einer Sinusblockade springt ein Ersatzschlag ein. Dazu gehört ein bestimmter Zustand einer Entladungsbereitschaft. Sie kann bei Erkrankungen des Leitungsgewebes fehlen oder stark vermindert sein. Dann entsteht eine Form der Kammerasystolie mit Morgagni-Adams-Stokes'schen Anfällen.

Der Ausfall der Kammerkontraktion ist hauptsächlich die Folge einer atrio-ventriculären Leitungsstörung. Diese Stelle des Reizleitungssystems ist deswegen so sehr empfindlich, weil sie wegen ihrer anatomischen Form einer schmalen Muskelbrücke Schädigungen (49, 77, 68) nutritiver und entzündlicher Art besonders ausgesetzt ist. Außerdem ist der AV-Knoten als kranialer Teil der Vorhof - Kammerleitungsverbindung schon physiologischerweise Sitz einer gewissen Leitungsverzögerung. Deshalb können

gerade hier schon kleinste Störungen zur Steigerung dieser Verzögerung führen.

Wesentliche Voraussetzung für die elektrische Stimulierung des Herzens und damit für die Schrittmachertherapie ist die Eigenart des Herzmuskelgewebes hinsichtlich seiner Erregbarkeit, daß an jeder beliebigen Stelle des Herzens schon ein relativ energiearmer Reiz eine Erregungswelle auslösen kann. Diese Welle breitet sich über das spezifische Reizleitungssystem auf beide Herzkammern aus und führt damit zu einer mechanisch wirksamen Kontraktion. Die Ausbreitungsart entspricht einer ventrikulären Extrasystole, und imponiert im EKG als schenkelblockartige Deformierung des Kammerkomplexes. Für die Wirksamkeit einer elektrischen Stimulation ist eine minimale Spannung (0,5 - 6 Volt) bzw. Stromstärke (2 - 5 mA) erforderlich, die über eine Mindestzeitdauer von 0,5 - 1 msec einwirken muß (51).

Neben der Reizschwelle für die fortgeleitete Erregung, die bei einer Stimulation in der nichtrefraktären Periode überschritten werden muß, ist auch die sogenannte Flimmerschwelle von Bedeutung. Sie liegt bei gleicher Impulsdauer etwa zehnmal höher und ist von der Herzphase abhängig (am niedrigsten während der "vulnerablen Phase"(3).

Anatomische Vorbemerkungen

Die Vorhöfe des Herzens sind von den Kammern durch das Bindegewebe des Herzskelets getrennt. Nur eine schmale Muskelbrücke, die sich histologisch nur sehr wenig vom Arbeitsmyocard unter-

scheidet, verbindet sie (77).

Der Sinusknoten (Keith-Flack) liegt am vorderen Umfang der Einmündungsstelle der Vena Cava superior und ist ein ungefähr 3 cm langes, 2 - 3 mm dickes, spindel- oder rübenförmiges Gebilde, das quer zur Achse der Hohlvene angeordnet ist. Er läßt sich, als einziger Teil des Reizleitungssystems nicht bindegewebig eingescheidet, von der umgebenden Muskulatur nicht exakt abgrenzen. Histologisch besteht Sinusknoten aus Ganglienzellen und Nervengeflechten, seine Muskelzellen sind klein und zentral aufgeheilt.

Die Beantwortung der Frage, ob die Erregung vom Sinusknoten aus radiär über die normale Arbeitsmuskulatur verläuft, oder ob sie bestimmten bevorzugten Faserverläufen folgt, ist noch nicht endgültig gelungen. Die Vermessung der Muskulatur nach isoelektrischen Feldern (PAES DE CARVALHO 1961) hat ergeben, daß sich die Erregung in drei Hauptrichtungen auszubreiten scheint, nämlich einerseits auf dem kürzesten Weg zwischen Sinus- und AV-Knoten, andererseits zwischen Sinusknoten und rechtem Herzohr und zuletzt auf dem Weg zwischen rechtem und linken Vorhof. Diesen Hauptrichtungen entsprechend sind sogenannte Pacemaker-cells (HECHT 1965) angeordnet, die ähnliche Eigenschaften besitzen sollen wie die Zellen des Sinus- und AV-Knotens.

Neben diesen Ausbreitungswegen werden noch eine Vielzahl von Nebenverbindungen diskutiert. Sie sollen in der Embryonalzeit häufig nachweisbar sein und werden, falls sie als Ausdruck einer Hemmungsmissbildung bis in das Erwachsenenalter persistieren, für die Ausbildung des Syndroms nach WOLFF-PARKINSON-

WHITE verantwortlich gemacht (81, 80, 77).

Der Aschoff-Tawara-Knoten liegt subendocardial an der Mündung des Sinus coronarius nahe dem Anulus fibrosus der rechten Atrioventrikularöffnung. Seine Abmessungen sind ungefähr fünf mal drei mal eins Millimeter. Er zieht als His'sches Bündel zur Pars membranacea septi interventricularis, wo er sich in den rechten und linken Schenkel teilt. Der rechte Schenkel zieht an der Grenze zwischen Ein- und Ausströmungsbahn nach kaudal zur Wurzel des großen vorderen Papillarmuskels, wo er in ihn eintritt und sich verzweigt. Der linke Schenkel durchbohrt unterhalb der Pars membranacea die Scheidewand und läuft als breites Band an ihr abwärts bis zur nochmaligen Teilung in einen vorderen und hinteren Ast. An der Basis der Papillarmuskulatur findet eine Aufteilung in ein ganzes Netzwerk statt, das sich bis zur Herzspitze fortsetzt und dann rückläufig die Vorhofkammergrenze erreicht.

Durch diese Anordnung des Reizleitungssystems ist die Reihenfolge der Herzmuskelkontraktion festgelegt: Papillarmuskeln, Herzspitze, Kammerbasis.

Die Blutversorgung des AV-Knotens besorgt die A. coronaria dextra, der rechte Schenkel wird von einer einzigen kleinen Arterie versorgt, während der linke Schenkel von einer Vielzahl von arteriellären Gefäßen versorgt wird, eine Tatsache, die die Anfälligkeit des rechten Schenkels für Sauerstoffmangelschäden erklärt.

Aus dieser Anordnung des Reizleitungssystems ergibt sich eine Vielzahl von möglichen Blockierungen von denen die intraventrikulären erstmals von ROSENBAUM u. a. klassifiziert wurden, und deren

elektrokardiographischen Veränderungen er als erster systematisch beschrieb (69).

Unifasciculäre Blockbilder:

Ist einer der drei Schenkel des His'schen Bündels unterbrochen, so kann von einem unifasciculären Block gesprochen werden.

1. Rechtsschenkelblock, beruht auf einer kompletten Unterbrechung der Erregungsleitung im rechten Schenkel. Der inkomplette RSB beruht möglicherweise weniger auf einer teilweisen Faserunterbrechung, als vielmehr auf veränderter oder verzögerter Erregungsausbreitung bei anatomisch intaktem Reizleitungssystem (68).
2. Linksanteriorer Hemiblock, bezeichnet die isolierte Unterbrechung des vorderen linken Schenkels. Es resultiert eine Erregung, die sich vorwiegend über den hinteren linken Schenkel ausbreitet und die die Depolarisation im dorsobasalen Abschnitt des Septums beginnen läßt, von wo sie sich über das übrige linksventriculäre Myocard ausbreitet. Dadurch entsteht eine Abknickung des Hauptvektors nach links auf mehr als -30° Grad, was im EKG als überdrehter Linkstyp imponiert.
3. Linksposteriorer Hemiblock, bezeichnet die isolierte Unterbrechung des hinteren linken Schenkels. Hier beginnt die Depolarisation durch die veränderte Erregungsleitung zunächst im vorderen Septumanteil und in den anterolateralen Bezirken der freien Wand des linken Ventrikels, wodurch eine Achsenabdringung in der Frontalebene nach rechts hervorgerufen wird, die im elektrokardiographischen Bild als Rechtstyp bzw. als

Überdrehter Rechtstyp in Erscheinung tritt. Die Diagnose kann nur dann zweifelsfrei gestellt werden, wenn andere Ursachen für eine Rechtsdrehung des Hauptvektors, wie akute und chronische Rechtsherzbelastung, ausgeschlossen werden können. Neuere Untersuchungsmethoden wie die Aktivitätsableitung vom His'schen Bündel oder die Vektorkardiographie erlauben eine Erweiterung der diagnostischen Möglichkeiten (44).

Bifasciculäre Blockbilder:

Bei einer Unterbrechung von zwei der drei Schenkel spricht man von einem bifasciculären Block. Es sind folgende Kombinationen möglich:

1. Linksanteriörer und linksposteriores Block. Es entsteht das Bild eines kompletten Linksschenkelblockes, das elektrokardiographisch nicht unterschieden werden kann von einem Linksschenkelblock, der kranial der Aufteilungsstelle der Schenkel lokalisiert ist. Das Auftreten eines solchen Blockes ist sehr selten und kann nur dann vermutet werden, wenn dem kompletten Block ein linksanteriörer oder linksposteriores Block vorausging.
2. Rechtsschenkelblock und linksanteriörer Hemiblock, diese häufige Form der Blockbildung erklärt sich aus dem kurzen gemeinsamen Verlauf und der gemeinsamen Blutversorgung des proximalen Teils des rechten und des linksanteriören Bündels. Im EKG zeigt sich das Bild eines Rechtsschenkelblockes mit Überdrehtem Linkstyp (In 0,9 % von nichtselektierten EKG's aus Reihenuntersuchungen hat GLEICHMANN und andere diesen Blockierungstyp nachgewiesen.)(67).

Die Disposition zu einem Übergang auf einen totalen AV-Block mit damit verbundenen Adams-Stokes Anfällen ist sehr groß (nach LASSER stellt der bifasciculäre Block in 50 % der Fälle den Übergang zum AV-Block dritten Grades dar, während GLEICHMANN in 30 % diesen Übergang fand (67, 78, 44, 55, 49, 79, 68, 53, 55)).

3. Rechtsschenkelblock und linksposteriorer Hemiblock. Aufgrund der getrennten Blutversorgung der beiden Schenkel ist deren gleichzeitige Unterbrechung relativ selten. Elektrokardiographisch zeigt sich das Bild eines kompletten Rechtsschenkelblockes mit Rechtstyp oder Überdrehtem Rechtstyp.

Trifasciculäre Blockbilder:

Davon spricht man, wenn bei einer gleichzeitigen Unterbrechung aller drei Schenkel des His'schen Bündels das Bild eines totalen atrioventriculären Blockes entsteht (kompletter intraventriculärer trifasciculärer Block) nach GLEICHMANN die häufigste Form der totalen Blockierung (67). Vorstadium dazu ist häufig die intermittierende Form des trifasciculären Blockes, wobei entweder eine verzögerte Erregungsleitung ohne vollständige Unterbrechung in allen drei Schenkeln herrscht oder Unterbrechung in einem und Leitungsverzögerung in zwei bzw. Unterbrechung in zwei und Verzögerung in einem Schenkel. ROSENBAUM und andere beschrieben erstmals sieben mögliche Kombinationen (69). Im EKG imponieren diese Blöcke als periphere Form einer atrioventriculären Überleitungsstörung ersten oder zweiten Grades und lassen sich von diesen nur mit Hilfe spezieller Untersuchungstechniken unterscheiden. Die häufigste Form ist nach ROSENBAUM ein kompletter Rechtsschenkelblock mit wechselndem linksanteriorem und linksposteriorem Hemiblock (69).

Ätiologie

An erster Stelle der auslösenden Ursachen steht bei den verschiedenen Schenkelblockformen die Koronarsklerose mit einem Anteil von ungefähr 75 % (67, 47). Während LENEGRÉ der idiopathischen Fibrose des Reizleitungssystems ohne Koronarsklerose in 50 % der Fälle die Schuld gibt, konnten KNIERIM und EFFERT (47) nur in einem von 13 histologisch durchuntersuchten Fällen eine solche Fibrose nachweisen. In absteigender Häufigkeit folgen akute oder chronische Myokarditiden (7 %), angeborene Herzfehler, chirurgisch bedingte Läsionen des RLS, primäre Myokardiopathien und Tumoren des Herzens.

Schrittmachertypen und ihre Indikationen

I. Starrfrequente Schrittmacher. Dieses Gerät, als erstes in der Schrittmachertherapie verwendet, gibt in völlig starrer Frequenz seine Impulse an das Herz ab, unabhängig von Belastung oder anderen Faktoren. Seine Indikation sind der mit Medikamenten nicht zu beeinflussende Herzblock bzw. eine Herz-, Cerebral- oder Niereninsuffizienz in Verbindung mit Bradycardie (81, 37, 41, 72, 42, 73, 43, 8). Die starre Frequenz hatte den Nachteil, daß bei Patienten, die nur zeitweise eine AV-Blockierung haben, eine sogenannte Parasystolie auftritt, das heißt, ein unkoordinierter Wechsel von Eigenrhythmus und Schrittmacherrhythmus, der sich auf die Hämodynamik ungünstig auswirkt (DORMANIG und andere beobachteten bei 10 % der mit starren Schrittmachern ausgerüsteten Patienten Parasystolie verbunden mit einer Reduktion des Herzminutenvolumens um 30 % (24, 17). Darüber hinaus kann beim Einfall des Schrittmacherreizimpulses in die sogenannte vulnerable Phase Kammerflattern bzw. Salven von ventrikulären Extrasystolen

auftreten (11, 17, 19, 22, 18).

II. In der Absicht, den Schrittmacherrhythmus dem physiologischen Herzrhythmus anzupassen, entwickelte man einen vorhofgesteuerten Schrittmacher. Bei diesem Typ wird der Reizimpuls durch die Vorhoferregung ausgelöst. Die Indikation für diesen Gerätetyp ist gegeben bei Patienten unter 50 Jahren mit AV-Block, Adams-Stokes'schen Anfällen, intermittierender Tachy- oder Bradykardie, Bradykardie und Herzinsuffizienz bei erhaltener Vorhoftätigkeit (18, 5, 71). Die Op.-Mortalität bei der zur Implantation nötigen Thoracotomie ist leider mit 3 - 10 % ziemlich hoch (33, 37), so daß gerade bei alten und in ihrem Allgemeinzustand herabgesetzten Patienten, die ja den größten Teil des Krankengutes darstellen, diese an sich physiologischste Art der Herzstimulierung wenig Anwendung findet. Neuerdings versucht man auch die Vorhofelektrode, die dort den Steuerimpuls abnimmt, auf transvenösem Wege einzuführen und dort zu verankern (28, 5, 46, 31, 71).

III. Die Nachteile der vorgenannten Modelle - Parasystolie beim starrfrequenten Schrittmacher, sowie Thorakotomie und die u. U. unzuverlässige Steuerung des Impulses durch die maximal 1,5 mVolt hohe Amplitude der Vorhoferregung beim vorhofgesteuerten Gerät - sind nicht gegeben bei einem dritten Schrittmachermodell, dessen Impulsauslösung bzw. Impulsblockierung durch die zwischen 8 und 30 mVolt liegende QRS-Amplitude ausgelöst wird (20, 11, 19). Da nur eine im Ventrikel liegende Elektrode benötigt wird, die gleichzeitig sowohl als Detektor als auch als Reizelektrode dient, und die auf transvenösem Weg eingeführt wird, ist eine Thoracotomie nicht notwendig (20, 73).

Es stehen zwei technische Varianten zur Verfügung. Bei der einen bleibt der Schrittmacher ausgeschaltet, wenn der Abstand zweier R-Zacken unterhalb eines kritischen, variablen Wertes liegt. Bei der zweiten Variante, dem sog. synchronisierten Bedarfs-Schrittmacher, wird der elektrische Impuls jeweils durch die R-Zacke ausgelöst und fällt unmittelbar hinter ihr in die absolute Refraktärphase ein. Erst wenn die Spontanaktion ausfällt, wird der Schrittmacherimpuls effektiv (41, 11).

Durch diese Schaltung ist es unmöglich geworden, daß ein Schrittmacherstimulus in die vulnerable Phase des Herzens fällt, Parasystolie wird vermieden (17, 19). Die technische Zuverlässigkeit ist mittlerweile genauso groß wie bei den einfacher gebauten starrfrequenten Geräten (6). Die Indikationsstellung ergibt sich also für all die Patienten, bei denen man eine Rückkehr des Sinusrhythmus erwarten kann, wie Infarktpatienten und andere, bei denen die ungenügende Blutversorgung des Herzens durch die Elektrostimulation wieder verbessert wird und damit auch das Reizleitungssystem wieder unter besseren Bedingungen arbeiten kann.

Elektrodentypen

Ebenso wie bei den Schrittmachern gibt es bei den Elektroden eine Vielzahl von Fabrikaten, die sich aber funktionell nicht unterscheiden. Man unterscheidet myocardiale, d. h., die Elektroden spitze wird in das Myokard eingenäht; epikardiale: die Elektroden werden an das Epikard angeheftet; und transvenöse intrakardiale: die Elektrode wird über die Vena jugularis in das rechte Herz eingeführt und wachsen in der Herzspitze nach einiger Zeit bindegewebig ein (16, 21). Dann ist noch eine Unterscheidung möglich, zwischen unipolar und bipolarer Ausführung (73).

Bei den unipolaren Elektroden ist die Spitze des Katheters die Kathode, während die Anode durch das Metallgehäuse oder eine Metallbodenplatte des Impulsgebers dargestellt wird. Die bipolaren Katheter weisen an ihrer Spitze eine getrennte Anode und Kathode auf, die ungefähr 1 - 2 cm voneinander entfernt der Ventrikelwand anliegen.

Die Methodik der Schrittmacherimplantation

Routinemässig wird den Patienten zuerst ein transvenös intracardialer Katheter in das rechte Herz von einer Cubitalvene aus eingeführt und extern stimuliert. Wenn nach einer mehr-tägigen Überwachungszeit die Indikation für den jeweils besten Schrittmacher geklärt ist, wird der Patient zur chirurgischen Klinik überwiesen, wo die Implantation der permanenten Elektrode und des Aggregates vorgenommen wird. Da man hier nur transvenöse Elektroden benutzt, wird folgendermaßen vorgegangen: In einer ersten Sitzung wird unter röntgenologischer und elektrocardiographischer Überwachung der Katheter, meistens ein unipolarer Katheter der Firma Elema, in Lokalanästhesie von der Vena jugularis aus in die rechte Herzspitze vorgeschoben und an einen externen Schrittmacher mit variabler Frequenz- und Reizschwelleneinstellung angeschlossen. Nun wartet man einige Tage, ob keine Sondendislokation auftritt, was man an einem Ansteigen der Reizschwelle, bzw. am Ausbleiben einer regelmäßigen Reizantwort erkennen kann. Nach dieser Wartezeit hat sich die Sondenspitze meistens im Trabekelwerk organisiert. Wenn die Stimulierung auch bei Bewegungen, insbesondere auch bei Umdrehbewegungen des Patienten konstant erfolgt, wird in einer zweiten Sitzung das Schrittmacher-

aggregat im linken Oberbauch subcutan oder in einer Fascientasche implantiert und das Schrittmacherkabel von der Vena jugularis aus in einem Hauttunnel zum Gerät geführt und angeschlossen. Nach einer mehrtätigen postoperativen Wundheilungs- und elektrokardiographischen Überwachungsphase wird der Patient in hausärztliche Betreuung entlassen.

Kontrolluntersuchungen

Die Patienten werden gebeten, täglich den Puls über eine Minute auszuzählen und sich alle 3 Monate in der extra dafür eingerichteten Schrittmachersprechstunde vorzustellen. Dort wird ein längerer EKG-Streifen geschrieben, aus dem man die Frequenz, die Regelmässigkeit der Herzerregung und eventuelle Parasytolen ersieht. Außerdem wird der Blutdruck gemessen und der Patient wird auf klinische Zeichen einer Herzinsuffizienz untersucht, so daß gleich eine medikamentöse Therapie eingeleitet werden kann.

Da, wie SCHEPPUKAT betont (29), Pulskontrollen durch den Patienten nicht ausreichen zur genügenden Sicherheit, sind seiner Meinung nach folgende relativ aufwendigen Kontrollmessungen nötig:

Da die Entladungsscharakteristik der Quecksilberbatterien so beschaffen ist, daß innerhalb der letzten 1 - 4 Wochen der batterielebensdauer der Spannungsabfall auf ineffektive Werte erfolgt (30), ist es nötig, nach 18 Monaten die Kontrolluntersuchungen alle 2 Monate stattfinden zu lassen (4, 22, 45, 25). IRNICH empfiehlt, die Parameter, die Rückschlüsse über den Batterieladezustand erlauben, genau auszumessen. Das Pulszählen

hat, gegenüber der EKG-Ausmessung mit einer Genauigkeit von 1 % nur eine solche von 5 %. Er verwendet elektronische Zähler, die eine Genauigkeit von 1/100 % aufweisen. Die Messung der Pulsbreitenkonstanz ist für den täglichen Gebrauch zu aufwendig und Pulsbreite und Periodenkonstanz lassen keine Rückschlüsse auf den Ladezustand zu (27). PAEPRER und SCHALDACH (36) empfehlen für die Elemageräte neben der Frequenzbestimmung auch das Impulslängenmeßverfahren mit Hilfe des Speicheroszillographen (4). Da 13 % aller Todesfälle auf vorzeitige Batterieerschöpfung zurückzuführen sind, erscheinen auf aufwendigere Messungen gerechtfertigt (36). Nach IRNICH und EFFERT (30) ließen sich bei richtiger Kontrolle von 27 Explantationen 19 vorhersagen. GOTSMAN, PILLER und andere empfehlen zur Vermeidung von Unklarheiten bei Notfällen, daß alle Schrittmacherpatienten ein Armband mit einem Hinweis auf ihr Gerät tragen sollen (21).

In letzter Zeit ist ein Gerät entwickelt worden, das eine telefonische Fernkontrolle der Stimulationsfrequenz erlaubt: eine Aufnahmeeinheit überträgt den Schrittmacherimpuls telefonisch in die Klinik, wo er mit Hilfe eines Adapters entschlüsselt und registriert wird. Wenn einige technische Probleme zufriedenstellend gelöst sein werden, könnte diese Methode einen enormen Fortschritt in der Patientenüberwachung bedeuten (74).

Zukünftige Möglichkeiten der Schrittmacherbehandlung

Während der letzten Jahre hat die experimentelle Forschung und klinische Erprobung von implantierten Herzschrittmachern ergeben, daß den limitierenden Faktor ihrer Funktionsdauer hauptsächlich die Energiequelle, neben der Beeinflussung der metallischen

Stimulationselektrode durch elektrochemische Vorgänge, ausmacht.

In den herkömmlichen Batteriesystemen werden Quecksilberoxid-Zink-Elemente als Energielieferanten benutzt. Dabei ist die Ladung stark von der Betriebsdauer abhängig. Die Entladungskurve ist dadurch charakterisiert, daß sie nach 36-monatiger Betriebsdauer sich asymptotisch einer Abszisse auf der Höhe von 50 % der verfügbaren Ladung nähert, d. h., daß nur 50 % der angegebenen Ladung (ca. 500 mAh) der Herzreizung zugeführt werden können. Durch die Anwendung von Silber anstelle von Braunstein als Depolarisator läßt sich eine Verlängerung der Lebensdauer um 20 % erhoffen. Auch wiederaufladbare Batterien werden die Reimplantationsfrequenz nicht wesentlich sinken lassen, da die Lade- und Entladezyklen begrenzt, und die Betriebsbedingungen bei Körpertemperatur ungünstig sind (76).

Da es sich bei Schwellenwertmessungen bei Austausch-Patienten gezeigt hat, daß häufig weitaus mehr Energie geliefert wird als die Patienten benötigen, scheint eine neue Methode der individuellen Reizstromstärkeanpassung mittels perkutaner magnetischer Einstellung die Lebensdauer der herkömmlichen Batterien verlängern zu können.

Eine wesentlich größere Verlängerung bieten Verfahren, die ein günstigeres Verhältnis zwischen Energieangebot und Größe haben, wie kernspaltungsenergiebetriebene Geräte, oder aber die ihre Energie gewinnen aus chemischen oder elektrochemischen Reaktionen im Körper des Patienten. Während sich die "biologischen Brennstoffzellen" wegen der schnellen Korrosion der Anode und der unerwarteten Gewebereaktion noch im Experimentierstadium befinden, sind bei der Anwendung von Radionukleidbatterien schon erste

Erfahrungen gewonnen. Hierbei beruht das technische Prinzip auf einer direkten oder indirekten Konversion von Strahlungs- in elektrische Energie. Von mehreren Verfahren haben sich nur zwei durchsetzen können: das thermoelektrische und das betavoltaische Prinzip mit den Isotopen (238) Plutonium und (247) Promethium. Promethium hat im Gegensatz zu Plutonium mit 86 Jahren nur eine Halbwertszeit von 2,6 Jahren, so daß nach einer auf 10 Jahren veranschlagten Betriebsdauer 85 % der Kernbrennstoffzelle ausgenutzt werden, und gleichzeitig die Gefahr von Strahlenunfällen wesentlich geringer ist. Insgesamt sind bisher ungefähr 200 radionukleidgetriebene Herzschrittmacher implantiert worden. Es muß in Langzeitbeobachtungen geklärt werden, ob diese die in sie gesetzten Erwartungen erfüllen können. hinsichtlich verlängerter Betriebszeiten (71, 76).

Einer zunehmenden Verbreitung dieser Schrittmachermodelle steht neben technischen Fragen noch die von möglichen Strahlenschäden im Wege: für den Gesamtorganismus ergeben sich zwar Werte, die unterhalb der zulässigen Grenze liegen, Maximalwerte einzelner Organe erreichen sie jedoch, so daß langfristig mit somatischen Effekten und genetischen Komplikationen zu rechnen ist (W. E. MATHESON (74)).

Eigene Ergebnisse

In diese Studie sind alle Patienten einbezogen, die im Institut für medizinische Statistik und Dokumentation datenmäßig erfaßt sind unter den Stichworten "Diagnose Herzschrittmacher" oder "Zustand nach Schrittmacherimplantation" in dem Zeitraum Januar 1966 bis Dezember 1972. Es handelt sich ausschließlich um Patienten der

II. Medizinischen Klinik. Unberücksichtigt geblieben sind alle die, die nur eine temporäre Elektrostimulation erhielten, wie z. B. bei akuter Bradyarrhythmie nach Myokardinfarkt. Die Angaben der Krankenblätter wurden gesichtet, auf einen Fragebogen und anschließend auf Lochkarten übertragen. Es wurden für alle Merkmale des Fragebogens die einzelnen Häufigkeitsverteilungen dargestellt.

59,6 % der Fälle sind Männer, 40,4 % Frauen, was einem Verhältnis von ungefähr 3 : 2 entspricht. Das Durchschnittsalter beträgt 67,9 Jahre, wobei der Anteil der über 50-jährigen 92,5 % ausmacht. Der jüngste Patient ist 21 Jahre, der älteste 89. Die genaue Altersverteilung geht aus Abbildung 1 hervor, wo auch gleichzeitig die Geschlechterverteilung in den einzelnen Dekaden dargestellt ist. Abbildung 2 zeigt die Zahl der Schrittmacherimplantationen, die pro Jahr durchgeführt worden sind. Bis 1967 sind jährlich nicht mehr als 5, 1968 18 Erstimplantationen gemacht worden und ab dann in stetig steigender Anzahl bis zu 48 Implantationen im Jahre 1972. Aus der Tabelle geht gleichzeitig hervor, wieviele von den Patienten aus den einzelnen Jahren des Behandlungsbeginnes noch leben, und wieviele aus der Beobachtung ausgeschieden sind bzw. über wieviele keine der halbjährlichen Kontrolluntersuchungen vorliegen.

Die Herzfrequenz bei Behandlungsbeginn ist mit einem Mittelwert von 45,3 Schlägen/min. deutlich vermindert. Der Modus der Verteilung (53 Patienten) liegt zwischen den Werten 30 und 40. Ihre Extremwerte liegen bei minimal 18 und bei maximal 125 Schlägen/min. (siehe Abbildung 3). 73,5 % aller Patienten haben eine Herzfrequenz, die kleiner als 50 Schläge ist.

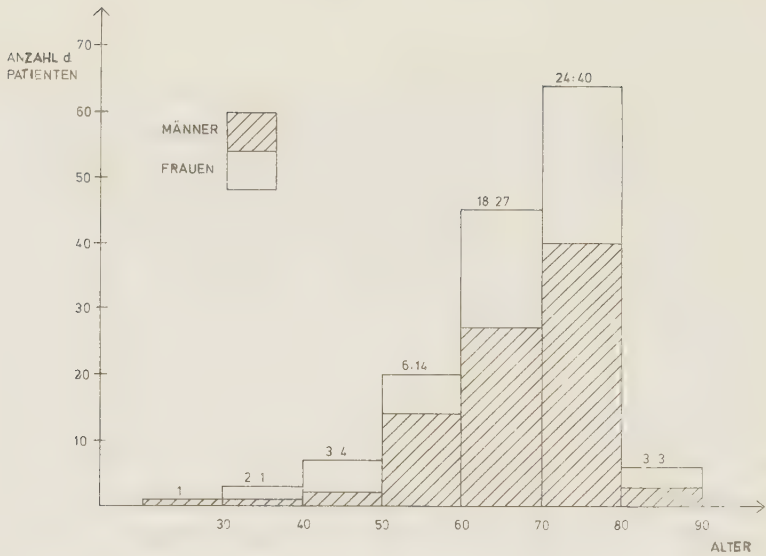


Abb. 1 Altersverteilung des Patientenkollektivs in Dekaden, Verhältnis Männer zu Frauen.

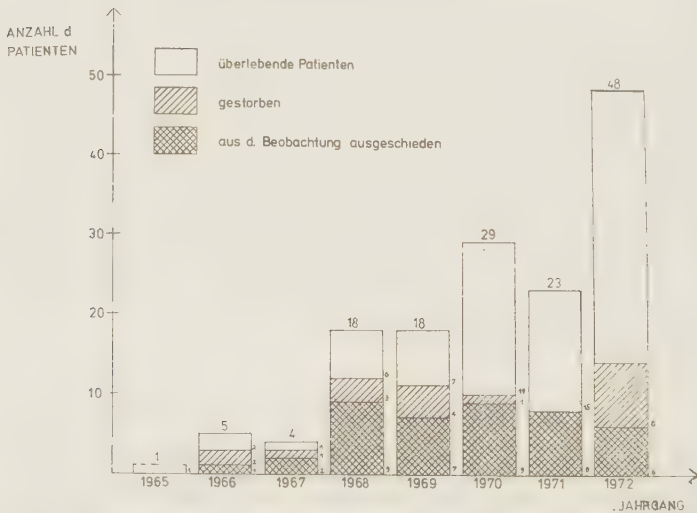


Abb. 2 Anzahl der Schrittmachererstimulationen pro Jahr, aufgeteilt nach überlebenden, gestorbenen und aus der Beobachtung ausgeschiedenen Patienten.

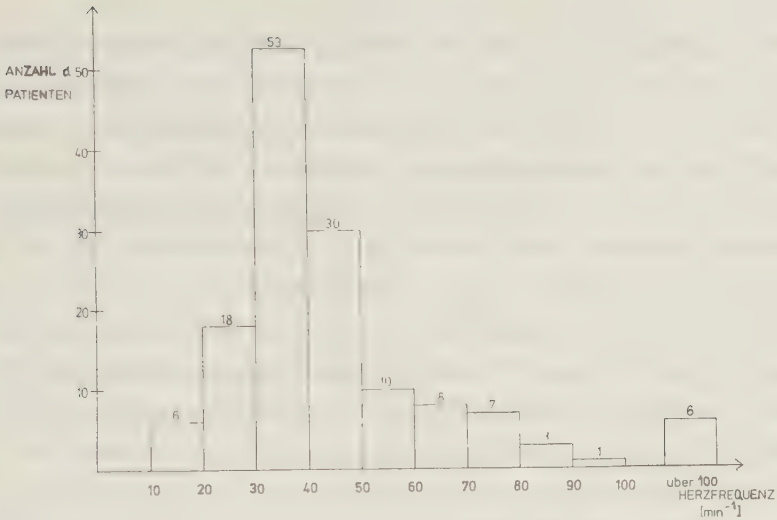


Abb. 3 Häufigkeitsverteilung der vorkommenden Herzfrequenzen.

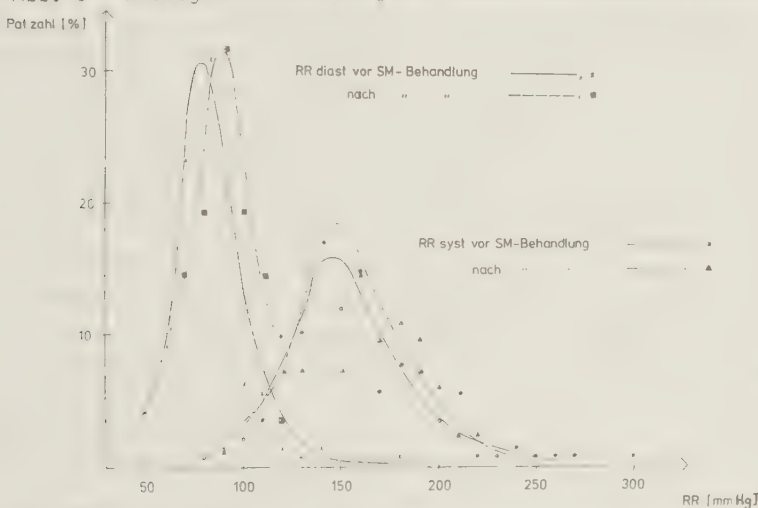


TABELLE
Abb. 4 Geglättete Kurven der prozentualen Häufigkeitsverteilung von systolischen und diastolischen Blutdrücken vor und nach Schrittmacherbehandlung.

Der mittlere Blutdruck vor Schrittmacherbehandlung beträgt 144,8 mm Hg systolisch und 81,5 mm Hg diastolisch. Abbildung 4 versucht das Verhalten des Blutdrucks ohne und mit Schrittmacher darzustellen. Eine zusätzliche Information dazu gibt Tabelle 1, in der Amplituden und Blutdruckverhalten miteinander in Beziehung gebracht werden: von den 20 Patienten, deren Amplitude nach Schrittmacherbehandlung ansteigt, haben 19 auch einen Blutdruckanstieg und nur einer eine Blutdrucksenkung. Bei den 43 Patienten mit Amplitudenverkleinerung haben 26 eine Blutdrucksenkung, 6 eine Steigerung und bei 11 bleibt der Blutdruck konstant. Von den 17 Fällen mit gleichbleibender Amplitude zeigen 10 einen ebenfalls gleichbleibenden Druck, 6 eine Steigerung und einer eine Senkung. Es handelt sich insgesamt um 80 Patienten, von denen die vergleichbaren Blutdruckwerte vorhanden sind. Zwischen den Parametern besteht ein statistisch gesicherter Zusammenhang ($r = 52,56$; $p < 1\%$).

Die Angaben über die Herzgröße beruhen auf den radiologischen Befunden bei Kontrolle der permanenten Elektrodenspitzenlage. Von den 146 Patienten sind 9 nicht befundet: 51 (34,9 %) haben ein normal konfiguriertes Herz, bei 54 ist das Herz linksverbreitert (37,0 %), bei 4 rechtsverbreitert (2,4 %) und 28 Patienten (19,2 %) haben ein beiderseits verbreitertes Herz. Tabelle 2 zeigt eventuelle Beziehungen zwischen Herzgröße und Herzinsuffizienz: von den 51 Patienten mit normaler Herzgröße und Herzinsuffizienz: von den 51 Patienten mit normaler Herzgröße weisen 15 eine latente und 8 eine manifeste Herzinsuffizienz auf, die restlichen 21 zeigen keine Zeichen einer Insuffizienz. Die 54 Fälle mit Linksverbreiterung haben 13mal keine, 25mal eine latente und 12mal eine manifeste Insuffizienz, die 4 mit Rechtsverbreiterung 1mal keine, 2mal eine latente und 1mal eine manifeste, und die 28 Fälle mit beidseitig dilatiertem Herzen sind 7mal mit einer latenten und 15mal mit einer manifesten Herzinsuffizienz verbunden. Insgesamt gesehen haben

47 (entspricht 32,2 % des gesamten Patientengutes) eine latente, und 41 (28,1 %) eine manifeste Herzinsuffizienz. Es besteht ein statistisch gesicherter Zusammenhang ($\chi^2 = 39,37$; $p < 1 \%$).

Das EKG vor Behandlungsbeginn

Bevor als Notfallsmaßnahme bei den meisten Patienten ein Interims-schrittmacher gelegt wird, wird routinemäßig ein EKG angefertigt mit Standardableitungen, Goldberger- und Wilson-Brustwandableitungen. Bei der Auswertung dieser EKG's ergeben sich folgende Ergebnisse:

Vorhofrhythmus: 101 Patienten haben einen Sinusrhythmus mit einer durchschnittlichen Frequenz von 83,7, 13 Vorhofflimmern, 5 Vorhofflattern mit einem Frequenzmittelwert 270 (min. 240, max. 300), ebenfalls 5 Patienten haben einen SA-Block mit einer durchschnittlichen Frequenz von 44,2, 5 haben supraventriculäre Extrasystolen mit einer Frequenz von 76,1, jeweils 3 Patienten haben eine Sinusarrhythmie (Mittel 61) und Vorhofstillstand, und 2 Patienten zeigen das Bild eines wandernden Schrittmachers mit einer mittleren Frequenz von 70,5 Schlägen/min. Abbildung 5 erläutert die Verteilung der Frequenzen bei Patienten mit Sinusrhythmus des Vorhofs. Die Kammerfrequenzen von der Gesamtheit des Patientenkollektivs entsprechen der Verteilung der "Herzfrequenz", wie sie oben schon dargestellt ist. Differenziert man sie nach den verschiedenen Leitungsstörungen, so ergibt sich folgendes Bild (jeweils Art der Leitungsstörung und dazugehöriger Mittelwert der Kammerfrequenz): AV-Block 3. Grades ohne Schenkelblock, 38,1; 25 Fälle Rechtsschenkelblock mit Überdrehtem Linkstyp, 47,4; 36 Fälle RSB*ORT, 43,5; 9 Fälle RSB allein, 45,1; 16 Fälle

	RR gestiegen	RR gefallen	RR konstant	Summe
Amplitude vergrößert	19	1	0	20
Amplitude verkleinert	6	26	11	43
Amplitude konstant	6	1	10	17
Summe	31	28	21	80

Tab. 1 Verhalten des mittleren Blutdruckes und der Blutdruckamplitude nach Schrittmacherimplantation.

HERZINSUFFIZIENZ

HERZGRÖßE	nein	latent	manifest	keine Angaben	Summe
normal	29	15	8	3	54
links-verbreitert	13	25	12	0	50
rechts-verbr.	1	2	1	0	4
beidseitig verbr.	0	7	15	2	24
keine Angaben	3	1	2	0	6
Summe	46	50	38	5	139

Tab. 2 Tabellarische Darstellung der vorkommenden Häufigkeiten von Kombinationen der Merkmale "Herzgröße" und "Herzinsuffizienz".

LSB allein,	42,7;	17 Fälle
LSB'ÜRT,	44,2;	14 Fälle
LSB'ÜLT,	36;	1 Fall
ÜRT,	42 ;	1 Fall
ÜLT,	69 ;	2 Fälle

Setzt man als obere Grenze der normalen PQ-Zeit bis zu einer Frequenz von 60 Schlägen/min. 200 msec. fest (88), so zeigen 60 Patienten im Aufnahme-EKG einen Sinusrhythmus mit einer festfrequenten von Vorhof und Kammer (42 % des gesamten Kollektivs), wobei 24 Patienten eine normale PQ-Zeit mit einem Mittelwert von 146 msec. und 36 Patienten eine mit im Mittel 226 msec. verlängerte PQ-Zeit aufweisen ($25,2^{\circ}$) und damit per definitionem einen AV-Block ersten Grades. Die Werte streuen über einen Bereich von 200 - 320 msec. Bei den Patienten mit einem AV-Block 2. Grades können nur die für eine Berechnung der PQ-Zeit berücksichtigt werden, deren Ausfälle der Kammererregung in einem fixen Verhältnis zur Vorhoferregung stehen, also Patienten mit einem AV-Block 2. Grades, Typ II (Mobitz). Diese Art der Blockierung zeigen 20 Patienten, ihre mittlere PQ-Zeit beträgt 208,5 mit den Grenzwerten 100 und 440 msec. Die QRS-Zeit bei den Patienten, die keine schenkelblockartige Deformierung des Kammerkomplexes im EKG zeigen, ist im Mittel 92,3 msec. lang ($N = 39$), die kürzeste QRS-Zeit ist 60, die längste 120 msec. Bei den Fällen mit Schenkelblock beträgt die QRS-Zeit 133,9 msec., bei den verschiedenen Formen verhält sie sich folgendermaßen:

RSB'ÜLT:	135,5;	$N = 38$
RSB'PRT:	134,4;	$N = 9$
RSB :	129,4;	$N = 16$
LSB :	145,9;	$N = 31$

Eine Übersicht über sämtliche vorkommenden intraventriculären Reizleitungsstörungen liefert Abbildung 6. Einen AV-Block 1. Grades haben 26 Patienten (17,8 %), einen Block 2. Grades haben insgesamt 37 Patienten, wovon 6 eine Wenckebach'sche Periodik, 24 eine Blockierung Mobitz-Typ sowie AV-Block bei Vorhofflattern haben (die Patienten mit 2-gradigem Block stellen 24,3 % des gesamten Untersuchungsmateriales). 108 Fälle bieten im EKG das Bild der vollständigen AV-Dissoziation (entsprechend 74 %) und bei 3 Patienten wird die Diagnose des "sick-sinus-Syndroms" gestellt (2,1 %).

Begleiterkrankungen

Bei den Patienten sind folgende weitere Herzerkrankungen diagnostiziert worden und als solche in den Krankengeschichten festgehalten. 15mal Mitralinsuffizienz, 4mal Mitralstenose, 3mal Aorteninsuffizienz und 3mal Aortenstenose, 3mal Tricuspidalinsuffizienz und 3mal Vorhofseptumdefekt. Den 31 verschiedenen Herzfehlern entsprechen keine 31 Patienten, da auch einige Male eine Kombination von 2 oder 3 Fehlern vorkommt. 3mal sind diese Herzfehler vor oder gleichzeitig mit der Schrittmacherbehandlung operativ korrigiert worden. 18 Monate vor Beginn der Schrittmacherbehandlung ist eine Aortenstenose mit einer Starr-Edwards-Klappe versorgt worden, 13 Monate davor ein mehrfacher Herzfehler (Mitralinsuffizienz, Aortenstenose, Vorhofseptumdefekt) mit dem Verschluß des Defektes und einem Mitralklappenkleft. Unmittelbar vor dem Schrittmachereinbau war bei einem anderen Patienten eine digitale Kommissurenspaltung wegen Mitralstenose vorgenommen worden.

Begleitende Allgemeinerkrankungen sind folgendermaßen verteilt:

29 Patienten haben einen medikamentös behandlungsbedürftigen Diabetes (19,9 %), 50 weisen eine deutliche Hypertonie auf (34,2 %), bei 66 Patienten (45,2 %) bestehen die Zeichen eines Lungenemphysems, 29 Patienten haben periphere Durchblutungsstörungen, nachgewiesen durch die Prüfung der arteriellen Pulsation und subjektive Angaben über Claudicatio intermittens (entsprechen 19,9 % der Fälle), 94 Patienten leiden unter Coronarsklerose (64,4 %), objektiviert durch EKG, Angina pectoris und durchgemachte Infarkte, und nur 15 Patienten zeigen keine Zeichen einer dieser Begleiterkrankungen.

Indikationen zur Schrittmachertherapie

Unabhängig von den allgemeinen Kriterien zur Schrittmacherbehandlung, wie sie von verschiedenen Autoren beschrieben werden (41, 61, 45, 42, 16, 73) geben bei uns folgende Symptome Veranlassung zur Schrittmacherimplantation:

113 Patienten (77,4 %) haben in der Vorgeschichte Adams-Stokes Anfälle, und weisen damit eine absolute Indikation auf. Bei 44 Patienten ist eine medikamentös nicht beeinflussbare Herzinsuffizienz der Grund zur Behandlung (entspricht 30,1 %), bei 54 Patienten ist der Grund eine Bradycardie, die zu einer nicht ausreichenden Belastungstoleranz und zu einer nicht rekompensierbaren Herzinsuffizienz führt (37,0 %). 3mal ist eine Tachy-Bradycardie, wie sie als Ausdruck des Syndroms des kranken Sinus-

knotens häufig vorkommt (87), Anlaß zur Behandlung. 5mal wird bei bestehendem Sinusrhythmus (3,4 %) prophylaktisch ein Schrittmacher gelegt. Diese Indikationen kommen wiederum in allen Kombinationen vor und zwar Adams-Stokes-Anfälle mit Herzinsuffizienz 18mal, mit Bradykardie 26mal, mit Tachy-Bradykardie 2mal. Herzinsuffizienz vergesellschaftet mit Bradykardie kommt 21mal vor. Prophylaktische Implantation bei bestehendem Sinusrhythmus ist mit keiner anderen Indikation kombiniert, sondern kommt nur alleine vor (s.Tab. 3). Auf die Darstellung der Dreierkombinationen wird hier verzichtet, da sie nur insgesamt 10mal vorkommen (8mal Adams-Stokes, Herzinsuffizienz, Bradykardie und je 1mal Adams-Stokes, Herzinsuffizienz und prophylaktisch).

Verlaufsbeobachtung

Von 146 Patienten, die im Laufe von 8 Jahren eine Erstimplantation erlebten, kann der weitere Verlauf bis Dezember 1972 bei 85 (58,2 %) weiterverfolgt werden. 19 Patienten sind bis dahin verstorben (13,0 %), und 42 sind im Laufe der Beobachtung aus verschiedenen Gründen nicht mehr zu den Kontrolluntersuchungen erschienen (28,8 %) bzw. es existieren keine Unterlagen mehr darüber.

Eine temporäre transvenöse Elektrode als Notfallmaßnahme der inneren Klinik hat bei 136 Patienten gelegen, während 10 Patienten sofort eine permanente Elektrode erhielten. Die durchschnittliche Liegezeit der temporären Elektrode zur internistischen

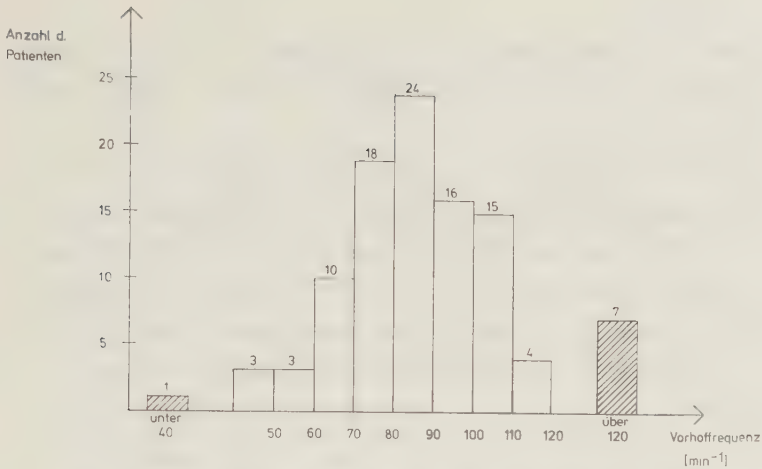


Abb. 5 Häufigkeitsverteilung der vorkommenden Vorhoffrequenzen.

	Adams-Stokes	Herzinsuff.	Bradycardie	Tachy-Bradyc.	prophylaktisch	Summe
Adams-Stokes	67	18	26	2	0	113
Herzinsuffizienz	/	5	21	0	0	44
Bradycardie	/	/	7	0	0	54
Tachy-Bradyc.	/	/	/	1	0	3
prophylakt. b. SR	/	/	/	/	5	5
Summe	113	44	54	3	5	219

Tab. 3 Indikationen zur Schrittmacherimplantation. In der Spalte "Summe" ist die Häufigkeit der jeweiligen Symptome eingetragen, die zur Indikationsstellung veranlaßten, in der Tabelle finden sich die vorkommenden Kombinationen der Symptome untereinander.

Intraventriculäre Leitungsstörungen

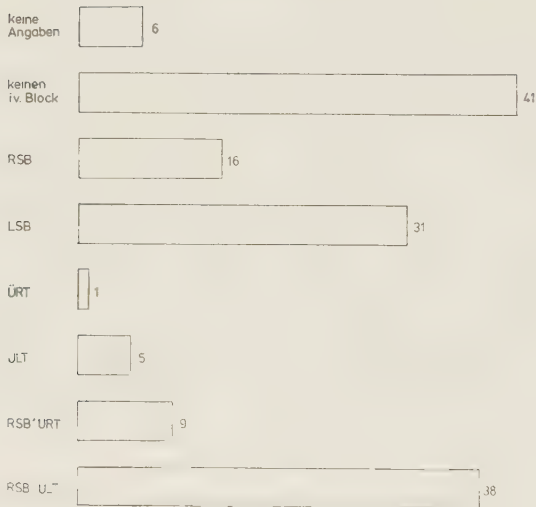


Abb. 6 Häufigkeit der intraventriculären Leitungsstörungen

Abklärung der Art der Leitungsstörung und der damit verbundenen Wahl des bestgeeigneten Schrittmachertyps, zur Therapie der begleitenden Krankheiten und zur Überbrückung der Wartezeit bis zur endgültigen Implantation in der Chirurgie der Universität Mainz bzw. Erlangen beträgt dabei 7,2 Tage (bis zu 3 Tagen tragen die Elektrode 15 Patienten, bis zu 6 65, bis zu 9 29, bis zu 12 18 und über 12 Tage 11 Patienten).

Danach erfolgt die Implantation der permanenten Elektrode. Hier sind folgende Elektrodentypen zur Anwendung gelangt:

134mal wurde von der Vena jugularis aus eine transvenöse Elema-Elektrode bis zur rechten Herzspitze vorgeschoben, 3mal eine Biotronic-Elektrode und 2mal eine von der Firma Schaldach (insgesamt 138 transvenöse Elektroden, entsprechend 91,8 %), 4mal wurde in der Universitätsklinik Erlangen mittels einer Pericardiotomia inferior transversalis (Larrey-Rehn-Dittrich-Zugang zum vorderen unteren Mediastinum) eine myocardiale Elektrode auf das Herz aufgenäht (2,8 %).

Der Patient wird anschließend auf die Station zurückverlegt, wo er bei strikter Bettruhe im Mittel 12,5 weiterer Tage an den externen Impulsgeber angeschlossen bleibt. Es wird das Reizschwellenverhalten kontrolliert, durch fortlaufende Pulskontrolle wird die korrekte Antwort des Myocards auf jeden Reiz überprüft und eine erste bindegewebige Organisation der Elektrodenspitze im Trabekelwerk des rechten Ventrikels wird abgewartet. Bei 136 von unseren Patienten hat ein solcher externer Impulsgeber gelegen, bei 6 erfolgte eine einzeitige Implantation von Batterie und Elektrode gleichzeitig (5 myocardiale und 1 transvenöse) und 4 Patienten sind vor der endgültigen Implantation verstorben.

Verwendete Schrittmacher

Insgesamt wurden während der Beobachtungszeit von 8 Jahren 223 Schrittmacherimplantationen vorgenommen an 140 Patienten (6 sind unmittelbar vor oder nach der Implantation verstorben), 50 Patienten erhielten ein zweites Gerät, 18 ein drittes, 6 ein viertes, 1 ein fünftes und ein Patient trägt sein siebtes Gerät.

Von den 140 Erstgeräten sind 72 Elema EM 153 B (48,6 %), 32 Elema 152 starrfrequent (21,9 %), 11 große Vitatron Batterien starr (7,5 %), 8 Biotronic IP III starr (5,5 %), 6 Biotronic IRP 44 Demand (4,2 %), 5 kleine Vitatron Batterien starr (3,4 %), 2 Biotronic IVP 54 vorhofgesteuert (1,3 %), 1 Metronic Elema, 1 Vitatron Demand (je 0,7 %) und bei 2 Patienten fehlen nähere Angaben.

Die Reizfrequenz ist bei den verschiedenen Fabrikaten unterschiedlich und variiert auch innerhalb der einzelnen Baureihen. Während bei den Demandgeräten von Elema bis 1970 eine Frequenz von 60 eingestellt war, ging man bei den späteren Modellen auf eine von 70 über, unterhalb derer der Schrittmacher die Stimulierung des Herzens übernimmt. Die starrfrequenten Geräte der Marke Elema sind seit Beginn der Untersuchung ebenso wie starrfrequente Biotronicbatterien auf 70 eingestellt, während die Frequenz der kleinen und großen Vitatronschrittmacher wahlweise mit Hilfe eines kleinen Magneten perkutan auf 70 oder 95 verändert werden kann.

Bei 50 Patienten wurde der erste Schrittmacher ausgewechselt. 30mal war dabei eine Entladung der Batterie der Grund, was an einem Absinken der Frequenz um ungefähr 10 Prozent zu erkennen ist (entspricht 30 % der Fälle). Bei 11 Patienten wurde der Schrittmacher wegen zu erwartender Batterieerschöpfung, d. h. die Laufzeit von 2 Jahren war erreicht, prophylaktisch ausgewechselt (22 %). In 4 Fällen trat ein Schwellenanstieg auf (8 %), in 2 anderen ein mechanischer Defekt der Batterie, bei 1 eine Infektion des Batteriebettes, und bei 2 Fällen wurde die

Batterie aus nicht näher erläuterten Gründen ausgewechselt.

Die Lebensdauer der ersten Batterie ist bei 45 von 50, die eine zweite Batterie erhielten, zu ermitteln, während bei 5 Fällen keine Angaben existieren. Nach den einzelnen Schrittmacherfabrikaten aufgeschlüsselt, kommen wir zu folgenden Ergebnissen:

EM 153 B	20,8 Mon	n = 20
EM 152 starr	24,2 Mon	n = 6
gr. Vitatron starr	12,8 Mon	n = 7
kl. Vitatron starr	17,0 Mon	n = 6
Biotronic IP 3 starr	17,5 Mon	n = 3
Biotronic IRP 44 demand	18,7 Mon	n = 3

Chirurgische Komplikationen kommen 3mal vor und zwar je einmal als Nahtdehiszenz, als Infektion des Batteriebettes und als Fistel an der Operationsnarbe.

Eine zweite Batterie erhielten 50 Patienten (s.oben), 16mal eine Elema EM 153 B, 17mal eine starrfrequente EM 152, 8mal eine große Vitatron, 5mal eine kleine Vitatron, 2mal eine starrfrequente Biotronic IP 3 und 2mal eine Biotronic IRP 44 demand. Die Batterielebensdauer von 18 Batterien, die ein zweites Mal ausgewechselt wurden, beträgt, wiederum nach Fabrikaten aufgeschlüsselt:

EM 153 B	6,0 Mon	n = 1
EM 153 starr	17,0 Mon	n = 4

gr. Vitatron starr	19,0 Mon	n = 4
kl. Vitatron starr	14,8 Mon	n = 5
Biotronic IP 3 starr	21,5 Mon	n = 2
Biotronic IRP 44 demand	16,0 Mon	n = 2

Die Gründe, aus denen die Aggregate ausgewechselt wurden, sind: 13mal Entladung, 2mal prophylaktisch bei zu erwartender Batterieerschöpfung, und 3mal Reizschwellenerhöhung. Die chirurgischen Komplikationen bei der Austauschoperation sind 2mal eine Infektion am Batteriebett und 2mal eine persistierende Fistel an der Naht.

18 Patienten erhielten einen dritten Schrittmacher (4mal Elema EM 153 B, 8mal EM 152 starr, 2mal Vitatron groß, 3mal Vitatron klein und 1mal Elema EM 142 starr, ein Vorläufer des EM 152).

Die Lebensdauer für die einzelnen Fabrikate ist:

EM 153 B	26	Mon	n = 1
EM 152 starr	22,5	Mon	n = 2
Vitatron klein	11,5	Mon	n = 2
EM 142 starr	12,0	Mon	n = 1

Bei allen 4 Marken ist der Wechselgrund Entladung des Schrittmachers, chirurgische Komplikationen werden nicht berichtet.

6 Patienten tragen ein viertes Gerät (1 EM 153 B, 3 EM 152, 1 kl. Vitatron und 1 EM 139 starr, ebenfalls ein Vorläufer des EM 152). Bei 3 von diesen 6 Patienten wurden die Schrittmacher 2mal wegen Entladung und 1mal prophylaktisch ausgetauscht. Die Lebensdauer für den EM 152 beträgt 19 Monate, für den kl. Vitatron

und für den EM 139 starr jeweils 23 Monate. Beim Batteriewechsel sind keine chirurgischen Komplikationen zu beobachten.

Mehr als 4 Geräte tragen 3 Patienten: 2 tragen bis Dezember 1972 ein fünftes Gerät, Marke Elema 153 B, so daß keine Angaben über die Lebensdauer zu machen sind und 1 Patient trägt am Ende des Beobachtungszeitraumes bereits sein siebtes Gerät innerhalb von 87 Monaten. Das fünfte und sechste Gerät (beides kl. Vitatron) haben eine Überlebensdauer von 20 bzw. 22 Monaten.

Elektrodenrepositionen

Von 143 Patienten, die eine permanente Elektrode erhielten, haben 16 eine und 3 Patienten zwei Repositionen erlebt. Wenn man die verwendeten Elektrodenfabrikate unter diesem Gesichtspunkt untersucht, ergibt sich folgendes Bild:

Schalldach	2mal implantiert,	2mal reponiert (100 %)
Elema	134mal "	, 16mal " (11,9 %)
Biotronic	3mal "	, 1mal " (33,3 %)
myoc. El.	4mal "	, 0mal " (0 %)

In Klammern ist die Fehlerquote in Prozent angegeben. In den letzten Jahren wird hier nur noch die besonders dünne Elema-Elektrode verwendet. Die erste Elektrode wurde 19mal ausgetauscht. An der Spitze der Repositionsgründe steht in 15 Fällen die Elektrodendislokation (3mal in den Vorhof und 12mal in die Kammer), in jeweils einem Fall kommt eine Perforation in das Pericard und ein Schwellenanstieg unmittelbar nach der Implantation vor. Über zwei weitere Fälle fehlen genauere Angaben. Die Liege-

zeit der ausgewechselten Elektroden beträgt im Mittel 6,2 Monate, wobei 10 Fälle, die weniger als 4 Monate gelegen haben, ein Mittel von 1,9 Monaten aufweisen, und 6 Elektroden, die über 4 Monate gelegen haben, eine durchschnittliche Zeit von 13,3 Monaten. Die Elektrode, die wegen der Pericardperforation ausgewechselt wurde, weist die größte Liegezeit von 27 Monaten auf.

Von den 16 Patienten mit einer zweiten Elektrode tritt bei zweien innerhalb eines Monats nach Elektrodenreposition eine erneute Dislokation in die Kammer auf, bei einem entsteht nach 26 Monaten an der Elektrode ein Isolierungsdefekt, so daß keine adäquate Reizung mehr erfolgt. Insgesamt drei Patienten tragen also eine dritte Elektrode, von denen aber keine nochmals reponiert werden mußte.

Die Rückkehr von übergeleiteten Erregungen unter der Schrittmacherbehandlung.

Von 85 Patienten liegen die Berichte von Kontrolluntersuchungen nach der Schrittmacherimplantation vor. Um die Verlaufsbeobachtung etwas übersichtlicher zu halten, wurden nur die halbjährlichen Untersuchungsergebnisse berücksichtigt, obwohl die Patienten angehalten werden, sich vierteljährlich zur Kontrolle in der Schrittmachersprechstunde einzufinden.

14 von den obg. Patienten (16,5 %) zeigen unter der Behandlung eine Rückkehr der Überleitungsfähigkeit, 9 davon weisen das Bild einer Parasystolie auf, da sie starrfrequente Schrittmacher-

machersysteme tragen, während bei den restlichen 6 Patienten diese Komplikation wegen der Demandsteuerung ihrer Geräte nicht auftreten kann.

Bei 10 Patienten ist das Auftreten von übergeleiteten Erregungen bei der ersten Kontrolluntersuchung nach 6 Monaten zu beobachten, während sie bei einem nach 12, bei zweien nach 18 und bei einem anderen nach 24 Monaten erstmals zu sehen sind.

Alle Patienten zeigten im EKG vor Behandlungsbeginn hochgradige AV-Blockierungen, 2 wiesen dazu einen Linksschenkelblock mit überdrehtem Linkstyp, 3 einen Rechtsschenkelblock mit überdrehtem Linkstyp und 3 einen Rechtsschenkelblock auf. Zweimal war zusätzlich ein Infarktblock nachzuweisen.

Todesfälle

17 Patienten von 146 sind verstorben (11,6 %). Eine 50-jährige Frau, aufgenommen wegen Adams-Stokes Anfällen bei totalem AV-Block, starb 3 Tage nach Aufnahme vor Implantation eines permanenten Schrittmachers unter dem Bilde einer Septikämie und eines Morbus Schönlein-Hennoch.

Ein 80-jähriger Mann verstarb ebenfalls vor der endgültigen Schrittmacherimplantation an einem hypernephroiden Carcinom mit Pleurametastasen. Aufnahme war erfolgt wegen Adams-Stokes-Anfällen bei totalem AV-Block, Rechtsschenkelblock mit Über-

drehtem Linkstyp.

Eine 64-jährige Frau starb an einem akuten Linksherzversagen. In der Vorgeschichte war ein alter Infarkt bekannt. Ihre Einlieferung war erfolgt wegen Herzinsuffizienz und Adams-Stokes Anfällen bei AV-Block zweiten und dritten Grades. Bei ihr konnte gleichfalls kein permanenter Schrittmacher mehr vor ihrem Tod implantiert werden.

Ein 76-jähriger Mann verstarb unmittelbar postoperativ an einem akuten und chronischen Kreislaufversagen, in der Vorgeschichte hatte er vor 11 Jahren einen Myocardinfarkt. Schrittmacherbehandlung wegen Bradycardie bei AV-Block zweiten und dritten Grades, Rechtsschenkelblock und überdrehter Rechtstyp.

Ein 79-jähriger Mann starb 4 Monate nach der Implantation eines Elema 153 B aus ungeklärten Gründen. Behandlung wegen Adams-Stokes Anfällen bei totalem AV-Block mit Linksschenkelblock.

Ein 46-jähriger Mann starb 2 Monate nach Hinterwandinfarkt, im EKG AV-Block dritten Grades, Rechtsschenkelblock mit überdrehtem Rechtstyp, Infarktblock, 1 Monat nach Schrittmacherimplantation an einem Reinfarkt, plötzlicher Herztod.

Bevor der permanente Schrittmacher implantiert wurde, verstarb eine 34-jährige Frau mit Endomyocardfibrose, Tricuspidalinsuffizienz und Vorhofseptumdefekt, Schrittmacherbehandlung wegen Herzinsuffizienz und Bradycardie, im EKG Rechts-

schenkelblock mit Überdrehtem Linkstyp nach einmonatiger externer Stimulierung an akutem Rechts-Links-Herzversagen.

Eine 62-jährige Frau verstarb 3 Tage nach der Implantation eines Elema EM 153 B Schrittmachers an einer rezidivierenden Lungenembolie und an Rechtsherzversagen, die Schrittmachersonde war durch den rechten Ventrikel gewandert. Die Behandlung war nötig wegen Adams-Stokesscher Anfälle bei vollständigem AV-Block und Rechtsschenkelblock mit Überdrehtem Rechtstyp.

Ein 78-jähriger Patient starb 41 Monate nach der ersten Schrittmacherimplantation, nachdem er drei starrfrequente Geräte getragen hatte, an akutem Herz-Kreislaufversagen 14 Tage nach dem zweiten Batteriewechsel. In der Vorgeschichte war ein Infarkt bekannt ohne nähere Zeitangabe. Die Behandlung war begonnen worden wegen rezidivierender Adams-Stokes Anfälle bei drittgradigem AV-Block und Linksschenkelblock mit Überdrehtem Linkstyp.

Ein 82-jähriger Mann starb unmittelbar nach der permanenten Schrittmacherimplantation bei einem AV-Block dritten Grades und Linksschenkelblock mit Überdrehtem Linkstyp ohne nähere Angaben von Gründen.

Eine 78-jährige Patientin starb 19 Monate nach der Implantation ihres ersten Elema EM 153 B Gerätes im Herz-Kreislaufversagen. Schrittmacherbehandlung wegen Adams-Stokes Anfällen bei totalem AV-Block mit Rechtsschenkelblock.

Der jüngste Patient der Studie, ein 22-jähriger Mann mit WPW-Syndrom und idiopathischer Linksherzhypertrophie, wegen Adams-Stokes Anfällen und Herzinsuffizienz behandelt, verstarb 10 Monate nach der Implantation eines Elema EM 153 B Schrittmachers im akuten Rechts-Linksherzversagen.

Eine 58-jährige Frau, wegen Bradycardie mit Herzinsuffizienz in Behandlung, AV-Block dritten Grades, starb 27 Monate nach der Implantation einer großen Vitatron-Batterie (starrfrequent) an Kammerflimmern.

Eine 71-jährige Frau, wegen Adams-Stokes Anfälle behandelt, starb 7 Tage nach Beginn der temporären Schrittmacherreizung an einem nicht näher bezeichneten Neoplasma und an rezidivierenden Lungenembolien bei AV-Block dritten Grades.

23 Monate nach der ersten Schrittmacherimplantation starb eine 54-jährige Frau ohne nähere Angaben von Gründen. Sie war in Behandlung wegen AV-Block dritten Grades mit Adams-Stokes Anfällen und trug als drittes Gerät einen Elema EM 153 B Schrittmacher.

Eine 78-jährige Frau starb nach Adams-Stokes Anfällen, Herzinsuffizienz, altem Vorderwandspitzeninfarkt, calcifizierender Mitralklappe, AV-Block zweiten und dritten Grades und Überdrehtem Rechtstyp mit einem zweiten Gerät EM 153 B an einem cerebralen Insult. Außerdem war bei postmortaler Prüfung die Elektronik des Gerätes ohne genauere Angaben defekt.

Ein 75-jähriger Patient, zur Behandlung wegen Adams-Stokesscher Anfälle gekommen mit AV-Block dritten Grades und Infarktblock,

Infarkt in der Vorgeschichte ohne nähere Zeitangaben, starb 26 Monate nach der Implantation eines EM 153 B Schrittmachers ohne Angabe von Gründen.

Diskussion

Vergleicht man die Altersverteilung unseres Patientenkollektivs mit der anderer Autoren, so ergibt sich folgendes Bild: Bei KORTMANN, BAEDECKER, SCHEPPOKAT und SCHIEFFER stimmen die Angaben über das mittlere Lebensalter mit unserem Wert von 67,9 Jahren überein, während GOLDSTEIN und andere bei ihrem Patientengut, soweit die Elektrode auf transvenösem Wege implantiert war, mit 78 Jahren einen sehr viel höheren Wert fanden (37, 32, 42, 65, 70). Auch das Verhältnis der Geschlechter stimmt im großen und ganzen mit unserer Verteilung überein. Die Differenzen von bis zu 10 % lassen sich wahrscheinlich durch das für sichere statistische Aussagen zu kleine Kollektiv erklären. BRUCK und andere (61) führen das Überwiegen des männlichen Geschlechtes auf die Folge hormoneller Unterschiede zurück und auf das damit gleichzeitig verbundene frühzeitigere Auftreten der Arteriosklerose mit allen ihren Folgekrankheiten. Sein gleichzeitig angegebener Einwand, daß diese Erklärung für über 70-jährige Patienten nicht mehr gelten dürfe, und trotzdem das Geschlechtsverhältnis bleibt wie bei den jüngeren, stimmt auch mit unserem Ergebnis überein. Unser 3 : 2 Verhältnis ist in allen Altersgruppen ungefähr konstant.

Bei Herzfrequenzen von über 160 oder unter 40 Schlägen pro Minute ist eine wesentliche Beeinträchtigung der Hämodynamik

zu erwarten. Da das Zentralnervensystem am ehesten von allen Organen auf eine Abnahme der Förderleistung des Herzens reagiert, ist, vor allem bei unseren alten Patienten mit ihren arteriosklerotisch veränderten Hirngefäßen, das Symptom "Leere im Kopf" sowie Schwindel, Absencen und Adams-Stokes Anfälle zu erwarten (37, 43). Besteht neben der Bradycardie noch ein totaler AV-Block, entsteht folgende Situation: Kammer- und Vorhofrhythmus schlagen völlig unabhängig voneinander, durch diese Dissoziation kann der Vorhof die Kammer nur noch selten in der Diastole mit der maximalen Blutmenge bedienen (die Hirndurchblutung kann dabei bis um 40 % absinken) (37). Durch die niedrige Eigenfrequenz des Kammerautomatiezentrums entsteht gegenregulatorisch ein großes Schlagvolumen mit hoher Blutdruckamplitude als Folge einer verlängerten diastolischen Füllungszeit (SCHETTLER I S. 191). Nach SOLTI u. a. ist der Kreislauf beim AV-Block in einem zentralisierten Zustand. Um bei kleinerem Herzminutenvolumen die Durchblutung im Herzen und im Gehirn konstant zu halten, wächst die Fraktion für diese Gebiete an, während die Minutenvolumenfraktion für Haut und Muskeln absinkt. So erklärt sich der Befund kalter Extremitäten, obwohl oszillometrisch Normalwerte zu finden sind. Nach Schrittmacherimplantation kehren die Parameter der Durchblutung, des Sauerstoffverbrauchs und des Gefäßwiderstandes zur Norm zurück und die Herzminutenvolumenfraktion der unteren Extremität wächst wieder an (62). Nach HOFFMAN u. a. liegt die optimale Einstellung der Schrittmacherfrequenz bei 70/min., da hier gegenüber dem bradycarden Stadium die größte Schlagvolumenänderung erfolgt, d. h. das Restblut geringer wird (57, 6). Er ebenso wie NAGER (81) unterscheiden 2 Phasen der Schrittmacherbehandlung aus hämodynamischer Sicht. Während anfänglich der

Herzindex um 30 bis 50 % zunehmen soll (43), sinkt er in einer zweiten Phase wieder auf den Ausgangswert zurück, eine Tatsache, die zu optimistische Erwartungen in die Schrittmacherbehandlung, von seiten der Hämodynamik jedenfalls, dämpft (81, 57) ebenso wie die, daß die Schlagvolumenzunahme nur durch erhöhten ventriculären Füllungsdruck erkaufte werden kann. Das, zusammen mit der hämodynamisch wirksam bleibenden AV-Blockierung (Dissoziation von Kammern und Vorhöfen) auch nach der Implantation, begründet den oftmals geringen Erfolg der Behandlung bei der Herzinsuffizienz.

Der mittlere Blutdruck vor der Schrittmacherimplantation beträgt bei den verschiedenen Autoren 167,3/80, danach 149,6/81,4 (61), 180/70 und 119/75 (63), während der Blutdruck bei unseren Patienten vorher 144,8/81,5 und nachher 159,4/91,1 mm Hg betrug. Die Tendenz, wie sie bei den anderen Autoren vorhanden zu sein scheint, daß nämlich die Amplitude sich deutlich verkleinert, der systolische Druck sehr viel niedriger wird und der diastolische geringfügig ansteigt, ist bei uns nicht festzustellen, im Gegenteil, die Amplitude bleibt konstant und systolischer wie diastolischer Druck steigen gering an. Den hämodynamischen Veränderungen nach ist das Verhalten in den beiden ersten Beispielen verständlicher, obwohl die Angabe von LILLEHEI u. a. (63) des Wertes nach Behandlungsbeginn etwas zu niedrig erscheint, da doch in der hier zur Debatte stehenden Altersgruppe der normale Druck mindestens 125/75 betragen sollte ("Statistik der National Health Survey 1960 - 62" in Bock, Pathophysiologie II) und wir bei den Patienten eine über den Durchschnitt hinausgehende Arteriosklerose und damit einen höheren Mitteldruck erwarten würden.

EKG-Befunde vor der Implantation

Betrachtet man die mittlere Herzfrequenz unter Berücksichtigung der verschiedenen Blockierungsformen, fällt auf, daß bei der totalen AV-Blockierung die Frequenz mit 38,1/min. deutlich von den Frequenzen bei den unterschiedlichen Schenkelblöcken sich unterscheidet. Der Grund dafür ist das relativ häufige Vorkommen von Schenkelblöcken allein ohne eine AV-Blockierung und einer damit verbundenen Frequenzerniedrigung. Bei den verschiedenen Formen der Schenkelblöcke bei Beachtung der dazugehörigen Fallzahlen liegt die mittlere Frequenz ungefähr bei 43 Schlägen pro Minute.

Die Vorhoffrequenzen entsprechen, soweit sie als Sinusrhythmus erscheinen, einer Gausschen Normalverteilung mit einem Mittelwert von 83,7 und einem Modalwert von 80 - 90 Schlägen pro Minute.

Die Angaben über den Anteil von totalen Blöcken am Patientengut schwanken bei den einzelnen Autoren von 62 bis 91 % (63, 41, 34, 10, 7, 61, 45). Unser Ergebnis von 74 % läßt sich hier ohne Schwierigkeiten einordnen. Die AV-Blöcke sind mit 3 - 10 % mit einem Mittel von 5,7 % bei 5 Autoren vertreten. Unser Ergebnis scheint hier mit 24,3 % sehr stark nach oben abzuweichen. Wenn man aber berücksichtigt, daß in unserer Studie auch gemischte Blöcke oder zweitgradige Blöcke, die nur intermittierend auftreten, in die Gruppe der AV-Blöcke zweiten Grades aufgenommen werden, dann kann sich unser Ergebnis doch in die der Literatur einfügen.

GLEICHMANN u. a. haben aus unselektierten EKG's eines Krankenhauses die mit Schenkelblöcken herausgesucht, und fanden im einzelnen folgende Ergebnisse (67): Linksanteriorer Hemiblock war in 3 % aller untersuchten EKG's nachzuweisen (ULT). Einen Rechtsschenkelblock mit Überdrehtem Linkstyp fanden die Untersucher in 0,9 % der EKG's und einen Rechtsschenkelblock mit Überdrehtem Rechtstyp (partieller bibranchialer Block posterioren Typs nach ROSENBAUM u. a. (69) in 0,3 % der Fälle. Von 100 ebenfalls nicht selektierten Schrittmacherpatienten wiesen 19 einen Rechtsschenkelblock mit Überdrehtem Linkstyp auf, der in 17 Fällen auch nach der Implantation der Batterie noch nachweisbar blieb.

Bei uns kommen diese intraventriculären Leitungsstörungen in der nachstehenden Häufigkeit vor: Rechtsschenkelblock alleine bei 16 Patienten (11,4 %), Linksschenkelblock inclusive derer mit Überdrehtem Links- oder Rechtstyp (aus den normalen EKG-Ableitungen nicht differenzierbar) bei 31 Patienten (23,0 %), ein überdrehter Rechtstyp (posteriorer Hemiblock links nach ROSENBAUM) in einem Fall (0,7 %), überdrehter Linkstyp in 5 (3,6 %), ein Rechtsschenkelblock mit Überdrehtem Rechtstyp kommt bei 9 Patienten vor (6,4 %), und ein Rechtsschenkelblock mit Überdrehtem Linkstyp bei 38 Patienten entsprechend einem prozentualen Anteil von 27,2 %. Eine Differenzierung nach diesen Typen wird in der Literatur über Herzschrittmacher noch nicht sehr häufig vorgenommen. Bei ROSSELOT u. a. finden wir eine Aufschlüsselung von 10 Patienten mit trifasciculärem Block, wovon 8 einen Rechtsschenkelblock mit Überdrehtem Linkstyp aufweisen und 2 einen mit Überdrehtem Rechtstyp, immer in Verbindung mit einem höhergradigen AV-Block (49).

Leider kann bei unserem Patientenkollektiv über die Anzahl trifasciculärer Blöcke und über deren genaue Aufteilung nichts gesagt werden, da mit der hierzu notwendigen His-Bündel-Elektrokardiographie routinemässig erst nach Dezember 1972 begonnen wurde. Immerhin scheint einem Großteil der totalen AV-Blöcke ein trifasciculärer Block zugrundezuliegen bzw. kann umgekehrt gesagt werden, daß eine kombinierte Unterbrechung der Erregungsleitung im rechten und einem Teil des linken Schenkeis (hauptsächlich dem linksposterioren Fascicel) (44), im Laufe der Zeit zu einem trifasciculären Block werden können, d. h. zu einem totalen AV-Block mit möglichen Adams-Stokes Anfällen. Diese Disposition könnte schon vor Manifestwerden eines totalen Blockes erkannt werden und die betreffenden Patienten einer prophylaktischen Schrittmacherbehandlung zugeführt werden (68, 78, 79).

Über begleitende Allgemeinerkrankungen liegen bei zwei Autoren Angaben vor: KORTMANN berichtet (70), daß 186 von 243 Patienten andere Organleiden aufweisen, hauptsächlich Hypertonie, Diabetes mellitus und Bronchitis (76,5 %). Bei BRÜCK haben 41 von 211 Patienten (19,4 %) einen behandlungsbedürftigen Diabetes, eine Prozentzahl, die mit der unsrigen gut übereinstimmt (61). Wenn man unter diesen Prozentsatz auch leichtere Störungen des Kohlenhydratstoffwechsels einordnet, könnte diese Zahl der Durchschnittsmorbidität der Bevölkerung entsprechen. Die Tatsache, daß nur 15 von 146 Patienten keine Begleiterkrankungen zeigen, erklärt sich durch das hohe Alter des untersuchten Kollektivs: Hypertonie, Coronarsklerose und periphere Durchblutungsstörungen als Folge der normalen Altersarteriosklerose, das Lungenemphysem als Altersemphysem und der Diabetes ebenfalls häufig als Altersdiabetes.

Indikation zur Schrittmacherbehandlung

Einigkeit in der Auffassung der Hauptanwendungsgebiete bei der Schrittmacherbehandlung besteht bei den verschiedenen Autoren: Totaler AV-Block mit Adams-Stokes'schen Anfällen hat bei 57,7 bis zu 91 % den Grund für eine Behandlung abgegeben (41, 43, 61, 65, 35, 70). Unser Ergebnis von 77,4 % passt in diesen Rahmen gut hinein. Eine Bradycardie mit nicht kompensierbarer Herzinsuffizienz von unter 40 Schlägen pro Minute gehört ebenso zu dem allgemein anerkannten Indikationsgebiet. Unser Wert von 30,1 %, der im Vergleich mit anderen Angaben sehr hoch erscheint, erklärt sich daraus, daß unsere Angabe "Herzinsuffizienz" auch kombiniert mit "Adams-Stokes" vorkommt und nicht die Hauptindikation allein sein muß. Während BRUCK und KORTMANN (61, 70) einen prozentualen Anteil von 11,8 und 14,8 % fanden, beträgt der Anteil von Insuffizienz zusammen mit Bradycardie bei SCHIEFFER u. a. (65) 27,5 % und ist mit unserem Wert schon besser zu vergleichen.

Intermittierende Tachy- oder Bradycardie als Ausdruck eines "sick sinus syndrom" gehören nach Ansicht von SCHULTE, DACK, BLEIFELD und anderen Autoren ebenfalls einer Schrittmacherbehandlung zugeführt. Nach den Ausführungen über die bifasciculären Blockierungen (s. oben) gehören auch diese Fälle zum Indikationsgebiet des permanenten Schrittmachers (73, 78, 79, 44, 68, 87, 40), wobei zu bedenken ist, daß wegen des Symptommangels eine frühzeitige Erfassung dieser Patienten dem Zufall überlassen bleiben muß.

Bestimmte Formen des zweitgradigen AV-Blockes sind auch eine

Indikation zur Behandlung, und zwar nicht, wie man früher geglaubt hat, eher die Blockierung vom Mobitz-Typ II als die vom Wenkebachtypus, sondern, wie erst neuerdings mit der His-Bündel-Elektrokardiographie nachgewiesen wurde, eher der distale als der weiter proximal gelegene Block, unabhängig von seinem Typ (44, 73). Je distaler die Lage des Blockes ist, um so größer ist die Gefahr eines Überganges in einen totalen AV-Block.

18 % der Fälle mit akutem Myocardinfarkt weisen nach ATKINS u. a. (53) eine Leitungsblockierung auf. Die Patienten mit einem RSB'ÜLT entwickeln in 43 % einen totalen AV-Block, bei LSB in 17 % und ohne Leitungsstörung nur in 6 %. 5 von 6 Patienten, die während des Krankenhausaufenthaltes einen vorübergehenden AV-Block dritten Grades nach bifasciculärem Block hatten, starben innerhalb eines halben Jahres einen plötzlichen Herztod. Deswegen empfiehlt er auch beim temporären totalen Block nach Myokardinfarkt einen permanenten Schrittmacher (7).

Der totale sinu-atriale Block ist eines der Hauptindikationsgebiete der vorhofgesteuerten Schrittmacher, falls die übrigen Kriterien zu seiner Implantation erfüllt sind (Nachteil der Thoracotomie mit ihren Komplikationen).

Zwei seltenere Indikationen sind die des totalen AV-Blockes nach Herzoperationen oder posttraumatisch, falls der Sinusrhythmus nicht innerhalb von 4 Wochen zurückkehrt. Über einen ganz seltenen Einsatz eines Schrittmachers berichtet HAASIS (66), nämlich zur Therapie der vagalkardialen Form des spontanen hypersensitiven Karotissinussyndroms.

Differentialdiagnose des Adams-Stokes Anfalles

Im Zusammenhang mit ungeklärten syncopalen Episoden ist differentialdiagnostisch an eine Vielzahl von Möglichkeiten zu denken; SCHEPPOKAT (16) u. a. weisen hierbei besonders auf folgende hin: Bewußtlosigkeit als Ausdruck eines vagovasalen Faints, Kammerflimmern, Bewußtlosigkeit durch gehäufte Extrasystolen, paroxysmales Vorhofflimmern, paroxysmale Tachycardie, Ohnmachten bei Aortenstenose, orthostatischer Bewußtseinsverlust, Karotissinussyndrom, Epilepsie, Narkolepsie, und Lungenembolie. Die Epilepsie, die ja ungefähr 0,5 % der Bevölkerung betrifft, sollte, wie HASLAM betont, immer in differentialdiagnostische Erwägungen einbezogen werden (54).

Die Abbildungen 7 + 8 zeigen die durchschnittliche Funktionsdauer der Batterien unabhängig von ihren Fabrikaten. Beide Tabellen weisen einen deutlichen Höhepunkt der Batteriewechsel in dem Zeitraum zwischen 18 und 24 Monaten auf. Bei Tabelle 8 wird aber deutlich, daß die Aufstellung keine eindeutige Aussage darüber erlaubt, zu welchem Zeitpunkt am ehesten nach der Statistik ein Batteriewechsel durchgeführt werden muß. Die Kurve zeigt über den gesamten Zeitraum von zweieinhalb Jahren ungefähr das gleiche Gefälle. Das liegt in unserem Fall sicherlich an der zu kleinen Zahl des Kollektivs, neben der Vermutung, daß zur ambulanten Nachuntersuchung sicherlich eine "negative" Auswahl von Patienten kommt, deren Gerät nicht einwandfrei funktioniert, während Patienten mit intaktem Schrittmacher wohl öfter aus den verschiedensten Gründen eine Nachuntersuchung ausfallen lassen.

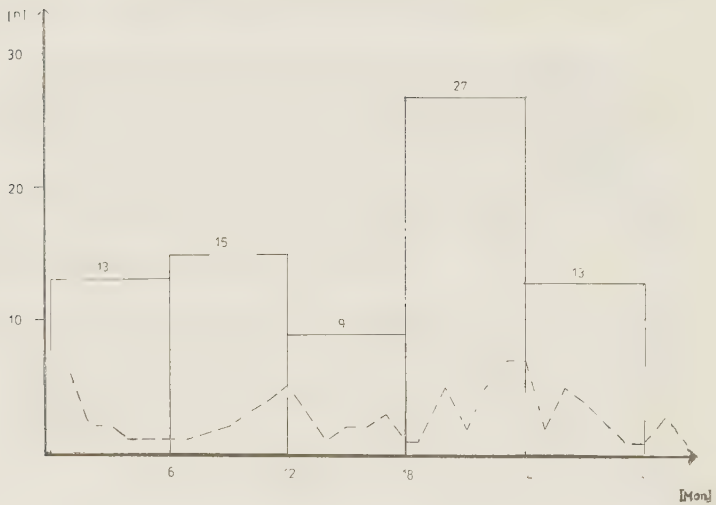


Abb. 7 Häufigkeitsverteilung der durchgeführten Batteriewechsel pro 6-monatigen Beobachtungszeiträumen (--- monatliche Batteriewechsel).



Abb. 8 Funktionsdauer der implantierten Batterien.

Komplikationen der Schrittmacherbehandlung

Wenn man die vorkommenden Komplikationen in der zeitlichen Reihenfolge ihres Auftretens betrachtet, ist eine der ersten Störungen der Schrittmacherfunktion möglicherweise eine Reizschwellenerhöhung des Myocards an der Elektrodenspitze und damit verbunden eine Nichtbeantwortung der elektrischen Stimuli. WESTERMANN (58) hat an 41 Patienten das Verhalten der Reizschwelle untersucht und ist zu folgenden Ergebnissen gekommen: Nach der Implantation findet an der Stelle, wo die Elektrode in das Myocard eingedrungen ist, eine reaktive Entzündung mit anschließender Granulation und schließlich Narbenbildung (16, 21, 51) statt, was zusammen einen "physiologischen Reizschwellenanstieg" bis etwa zum neunten Tag zur Folge hat. Die Reizschwelle hat dann die doppelte bis fünffache Höhe des Ausgangswertes erreicht. Anschließend folgt eine Phase der Stabilisierung, die über den 14ten Tag hinauszugehen scheint (56). Bei der Nachmessung nach 18 Monaten ist die Reizschwelle um 10 % gesunken. Bei 5 seiner Patienten hat die Schwelle nach normaler Entwicklung in den ersten Tagen Werte erreicht, die bis zum 20fachen der ersten Messwerte gingen. Bei der nachfolgenden Reimplantation hat sich dieses Verhalten bei 3 Patienten wiederholt, so daß er bei den 2 übrigen auf eine erneute Implantation verzichtete. KOCH und WINTER (56) empfehlen bei diesen "Frühfällen" einen Behandlungsversuch mit Prednison, wodurch bei 50 % die Stimulation wieder effektiv werden soll ohne eine operative Korrektur. Der erste Häufigkeitsgipfel der Reizschwellenerhöhung liegt bei 17 von 30 Patienten im Mittel bei 29,9 Tagen und der zweite Gipfel als Ausdruck der "Spätfälle" liegt bei durchschnittlich 17,2 Monaten, was unserem gefundenen Wert von 13,1 Monaten zumindest

tendenziell entspricht. Eine medikamentöse Therapie hat bei den Spätfällen wenig Aussicht auf Erfolg, so daß meistens eine operative Korrektur nötig wird. Bei KOCH und WINTER beträgt die Häufigkeit dieser Komplikation 7 % (entspricht 30 von 430 Patienten).

Bei den 5 Autoren, die ebenfalls über eine Reizschwellenerhöhung als Komplikation berichten (10, 29, 32, 35, 65) schwankt ihre Häufigkeitsangabe zwischen 3 und 18 % mit einem Mittelwert von 7,7 % (er fällt durch den Maximalwert mit 18 % zu hoch aus, da dieser sich aus einem sehr kleinen Kollektiv von nur 11 Patienten errechnet).

Die häufigste Komplikation ist die Sondendeplacierung. Die Angaben darüber schwanken bei den einzelnen Autoren zwischen minimal 5 % und maximal 18,2 %, der Mittelwert beträgt 10,9 % (35, 61, 25, 32, 29, 65, 10, 81, 41, 42, 45). GRENDahl (25) und SYKUSCH (41) unterscheiden zwischen Früh- und Spätdislokationen, wobei der Anteil der Frühfälle erwartungsgemäß den größten Teil ausmacht. BRUCK u. a. (61), die das Auftreten von Spätdislokationen in Zusammenhang mit dem "plötzlichen Herztod" bringen, weisen nachdrücklich auf eine differenzierte Elektrodenwahl hin und warnen vor einer allzu kritiklosen Anwendung der intrakardialen Elektrode, während die Erweiterung der Indikationsstellung durch sie, besonders für Patienten in schlechtem Allgemeinzustand, unwidersprochen bleibt. Der Prozentsatz der ausgewechselten transvenösen Elektroden wegen einer Dislokation beträgt bei uns 12,1 % und stimmt somit gut mit den Literaturangaben überein.

Eine weitere typische, wenn auch sehr viel seltenere Komplikation der transvenösen Elektrodenzuführung ist die Perforation des

relativ muskelschwachen rechten Ventrikels. Ihre Häufigkeit wird überall mit unter einem Prozent beschrieben (39, 29, 45, 41, 61), eine Zahl, die auch von uns gefunden wurde (0,7 %). Häufig verläuft diese Art der Komplikation stumm. Ein Verdacht ergibt sich bei präcordialen Schmerzen, Pericardreiben, Zwerchfellzuckungen oder hoher Reizschwelle bei röntgenologisch auffällig naher Lage der Elektrodenspitze an der Herzkontur (45). Oftmals bleibt ein Teil der Impulse unbeantwortet (39). Eine Herzbeutel-tamponade ist schon ein sehr viel schwerwiegender Befund, der sofort an diese Komplikation denken lassen sollte. SYKOSCH u. a. sehen einen möglichen Zusammenhang zwischen einer unter der Schrittmacherbehandlung auftretenden Abnahme der Herzgröße und der Perforation (41).

WEGENER wies auf eine andere Komplikationsmöglichkeit hin, nämlich die Thrombosierung der Elektrode mit nachfolgender Lungenembolie (51). Bei drei anderen Autoren (16, 35, 60) ist aber nie ein Fall von Thromboembolie aufgetreten, was SCHEPPUKAT u. a. (16, 29, 11) auf die Qualität der von ihnen benutzten Elementar-Elektroden zurückführen, die besonders dünn sind, RUDOLF u. a. (35) weisen in diesem Zusammenhang darauf hin, daß die intracardiale Elektrode elektronegativ gegen die indifferente Elektrode sein muß, um Fibrinablagerungen und Thrombosierung zu vermeiden.

Eine andere seltene Komplikation ist die rhythmische Kontraktion einer Zwerchfellhälfte durch Reizung des Phrenicus oder ein Pectoraliszucken, was für den betreffenden Patienten sehr unangenehm sein kann. BÜTHIG weist darauf hin, daß diese Komplikation relativ einfach durch eine Verlegung der indifferenten Elektrode ins subkutane Fettgewebe beseitigt werden kann (23).

Parasystolie

Die Parasystolie, ein spontan nur selten, nur bei Herzkranken und manchmal unter Digitaliseinwirkung auftretendes Ereignis (80), ist eine typische Komplikation der starrfrequenten Schrittmacherbehandlung. Ihre Häufigkeit wird von den verschiedenen Autoren mit 10 bis 50 % angegeben (17, 24, 25, 59, 37). Es kommt durch die Anhebung der Herzfrequenz zu einer Steigerung des Minutenvolumens und einer gleichzeitigen Verbesserung der Koronardurchblutung, was zu einer Verbesserung der AV-Überleitung bzw. zu ihrer vollständigen Wiederherstellung führen kann. Sinusrhythmus und Schrittmacherrhythmus konkurrieren nun miteinander, was einerseits von den Patienten als ein unangenehmes "Herzstolpern" wahrgenommen werden kann, andererseits aber auch die Hämodynamik des Herzens ungünstig beeinflußt. DORMANIG (24) und GOETZ (17) berichten über eine Reduktion des Herzminutenvolumens bis zu 30 % der normalen Werte. Fällt nun ein Schrittmacherstimulus in die von WIGGERS 1940 beschriebene "vulnerable Phase" des Herzens ein, in der die sogenannte Flimmerschwelle am niedrigsten ist, kann unter bestimmten Umständen ein Kammerflattern oder Flimmern ausgelöst werden. Im EKG entspricht dieser Phase der aufsteigende Schenkel von T, gleichzeitig der Höhepunkt des Kaliumausstroms (64). Die Flimmerschwelle, die etwa 10mal so hoch wie die Reizschwelle ist, kann durch verschiedene Umstände wie schwere generalisierte Myocardveränderungen, Ischämie, Elektrolytverlust oder Digitalisüberdosierung so stark gesenkt werden, daß ein dann einfallender Stimulus, Serien von Extrasystolen und Kammerflimmern auslösen kann (3, 14, 19, 48, 64).

Bei unserem Kollektiv kehrte in 16,5 % der Fälle die Überleitungsfähigkeit wieder zurück, eine Parasystolie ergab sich aber nur in 10,6 % der Fälle, da die Übrigen einen demandgesteuerten Schrittmacher trugen. SIDDONS und SUTTON (26) zeigen in ihrer Untersuchung einen Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Parasystolie und dem gehäuften Vorkommen von ungeklärten Todesfällen ("plötzlicher Herztod").

Dieses Problem der Schrittmacherbehandlung war in den Anfängen der elektrischen Stimulation des Herzens eine der am meisten gefürchteten Komplikationen. Seit der Entwicklung der demandgesteuerten Modelle bedeutet die Parasystolie nurmehr eine unangenehme Begleiterscheinung der Therapie. Die Möglichkeit des plötzlichen Herztodes ist für die Patienten gebannt, wie viele Autoren betont haben (42, 82, 9, 3, 21, 19, 45, 17, 64, 14, 48, 37, 24, 25, 10, 59).

Laut NAGER (81) bestehen Hinweise, daß unklare Todesfälle bei Schrittmacherpatienten mit fixfrequenten Geräten und Parasystolie wesentlich häufiger sind als bei Patienten mit stabilem totalen AV-Block und infolgedessen fehlender Parasystolie. BRUCK u. a. führen das Vorkommen von "plötzlichen Todesfällen" bei ihrem Patientengut auf die Verwendung von intrakardialen Elektroden zurück, die ihrer Meinung nach relativ häufig zu Dislokationen führen und damit zu einer Nichtbeantwortung von Reizimpulsen (61).

Vergleicht man die Ein-Jahres-Überlebensrate der medikamentös behandelten Patienten mit totalem AV-Block mit der der Schrittmacherbehandelten, so ergeben sich bei den einzelnen Autoren folgende Ergebnisse: Nach SCHEPPOKAT u. a. sterben die konservativ

behandelten Patienten innerhalb eines Zeitraumes von 2 bis 4 Jahren nach der Diagnosestellung (16). Die Ein-Jahres-Überlebensrate unter medikamentöser Therapie schwankt bei vier Autoren (22, 41, 81, 2, 70) ziemlich übereinstimmend um den Wert von 50 % (50 - 60 %), während bei der Schrittmacherbehandlung nach einem Jahr bei den Vergleichskollektiven noch 75 - 88 % der Patienten leben. Nach zwei Jahren liegt die Überlebensrate der Schrittmacherpatienten zwischen 60 und 76 %. Bei NAGER, der die verschiedenen Behandlungsmethoden über einen Zeitraum von 8 Jahren verglichen hat, gleichen sich die Überlebenskurven nach fünfjähriger Behandlungsdauer bei einem Wert von etwa 30 % an. Diese Angleichung ist sicherlich das Ergebnis des hohen Durchschnittalters der Patienten, deren Lebenserwartung durch die zugrunde liegende Grundkrankheit gegenüber der der Normalbevölkerung zu dieser Zeit um etwa 50 % differiert.

Abb. 9 zeigt die durchschnittliche Sterberate von Schrittmacherpatienten anhand der Angaben mehrerer Autoren in einem Beobachtungszeitraum von 6 Jahren und vergleicht sie mit den Überlebenschancen von medikamentös behandelten Patienten mit AV-Block dritten Grades; zum Vergleich ist die natürliche Überlebensrate der Gesamtbevölkerung eingetragen (41, 70, 81). Da in unserem Kollektiv der Anteil der Patienten, die nicht mehr unter einer Beobachtung stehen, zu groß ist, ist ein Vergleich mit diesen Ergebnissen nicht möglich. Aus der Graphik geht aber doch hervor, daß die Schrittmacherimplantation einen großen Fortschritt gegenüber der konservativen Therapie der Herzblöcke ausmacht.

Es ist sicherlich problematisch, die Angaben über die Mortalität, die bei den verschiedenen Autoren gemacht werden, zu vergleichen, da die Kriterien, nach denen sie dort eingeordnet werden, zu unter-

schiedlich sind. So unterscheiden manche die Todesfälle nach Früh- und Spätfällen, andere teilen sie danach ein, ob sie sicher in einem Zusammenhang mit der Behandlung gestanden haben oder nicht, und dritte machen nur globale Angaben über die Zahl der Überlebenden. Einen ungefähren Überblick über die Todesrate bei den verschiedenen Autoren gestattet vielleicht Tabelle 4. Kompliziert wird ein möglicher Vergleich zusätzlich durch die unterschiedlich lange Beobachtungszeit. Immerhin scheint der Prozentsatz der Patienten, die an einer schrittmacherbedingten Komplikation verstorben sind, ziemlich konstant zu sein. Er schwankt um die Werte 4,2 und 7,0 % (9, 10, 7, 13, 16, 21, 25, 65, 32, 63, 45, 61, 37, 75).

NAGER weist in diesem Zusammenhang auf die Tatsache hin, daß der Vorteil der Schrittmacherbehandlung durch diese Zahlen allein noch nicht hinreichend erklärt wird, sondern daß die psychologische Wirkung der sofortigen Leistungssteigerung und des Wohlbefindens nach der Implantation einen nicht zu unterschätzenden Vorteil gegenüber der medikamentösen Therapie ausmacht. KORTMANN, der die psychologischen Auswirkungen der Pacemakerbehandlung an einem Kollektiv von 243 Patienten untersuchte (70), stellte fest, daß nur bei 7,4 % eine gewisse Angst vor dem möglichen Versagen des Gerätes bestand, während 91 % sich durch den Apparat sicher behütet fühlten, und ihm eine lebensrettende oder wenigstens bereichernde Bedeutung beimaßen. Einige Autoren berichten (12, 41, 45, 70) über mehrere Patienten mit Herzschrittmachern, die unter dieser Behandlung komplikationslose Operationen durchmachten, so unter anderem eine Geburt per Vakuumextraktion, eine Ablatio mammae oder Abdominaloperationen nach Coecumperforation mit Ileus.

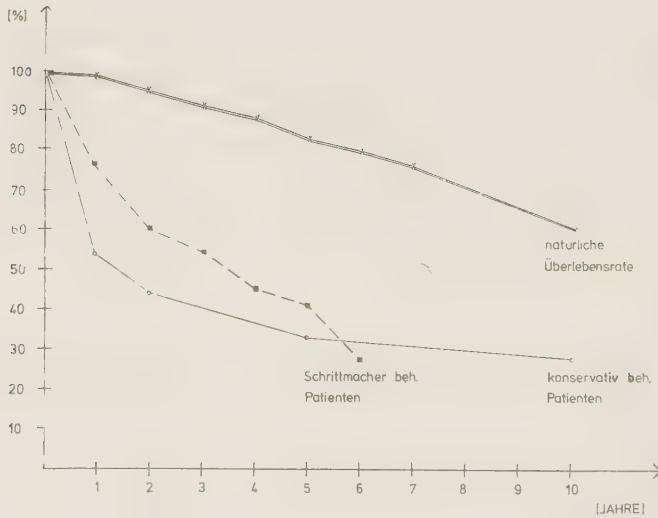


Abb. 9 Vergleich der natürlichen Sterberate der deutschen Bevölkerung mit der Absterberate sowohl konservativ als auch schrittmacherbehandelter Patienten mit totalem AV-Block (nach Angaben von NAGER, KORTMANN und SYKOSCH).

Autor	Größe d. Kollektivs	Tote insges.	%	Schrittm. bedingt	%	Beobach- tungszeit	früh %	spät %
BURST H. ⁹	43	5	11,6	3	7,0	7 Mon.	-	-
BURST H. ¹⁰	71	10	14,1	3	4,2	4 Jahre	-	-
BERGOVICH u. a. 7	25	7	28,0	-	-	2 Jahre	-	-
EFFERT ¹³ u. a.	46	6	13,0	-	-	2 Jahre	5	1
SCHEPPOKAT ¹⁶ u. a.	-	-	12,3	-	-	-	-	-
GUTSMAN ²¹ u. a.	48	10	21,8	3	6,1	3 Jahre	-	-
GREINDAHL u. a. 25	-	-	-	-	-	-	13	9
SCHIEFFER u. a. 65	410	73	17,8	-	-	7 Jahre	-	-
GOLDSTEIN u. a. 32	-	-	-	-	8,7	-	37	-
LILLEHEI u. a. 63	100	-	-	-	-	-	12	25
DIENSTL ⁴⁵	27	-	-	-	-	-	2	-
BUCH u. a. ⁶¹	211	49	23,2	14	6,6	6 Jahre	-	-
SCHEPPOKAT u. a. 37	160	39	24,0	3	2,0	-	-	-

Tab. 4 Zusammenstellung der Todesfälle unter der Schrittmacherbehandlung bei den verschiedenen Autoren. Unterteilung in schrittmacherbedingte Todesursachen, Beobachtungszeiträume und Todesfälle während des 1. Jahres (früh) und danach (spät).

Zusammenfassung

Anhand eines Kollektivs von 146 Patienten der II. Medizinischen Klinik der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, die implantierte Schrittmacher mit fast ausschließlich intravenöser Elektrodenzuführung tragen, wird auf die Problematik der verschiedenen Schrittmachertypen, ihrer Indikationsstellungen, auf den Verlauf der Therapie mit allen seinen Komplikationen und auf zukünftige Möglichkeiten der Schrittmacherbehandlung eingegangen. Der Beobachtungszeitraum erstreckt sich über 7 Jahre von Anfang 1966 bis Ende 1972

Die eigenen Ergebnisse der Studie werden mit den Angaben der Literatur verglichen: In fast allen Punkten decken sich mit den Ergebnissen anderer vergleichbarer Verlaufsbeobachtungen. Insbesondere die Auswertung der EKG's vor Beginn der Schrittmacherbehandlung ergibt - besonders im Hinblick auf die fasciculären Blöcke - die nach den Berichten zu erwartenden Ergebnisse.

Das Blutdruckverhalten vor und nach Schrittmacherimplantation unterscheidet sich bei unserem Patientenkollektiv von dem anderer Veröffentlichungen: Dort verringert sich nach der Implantation die Amplitude, während hier systolischer und diastolischer Druck ansteigt und die Amplitude konstant bleibt.

Die Komplikationen der Schrittmacherbehandlung sowie die Überlebensrate der in der Verlaufskontrolle verbliebenen Patienten werden dargestellt. Ihre prozentualen Häufigkeiten werden ebenfalls mit denen anderer Autoren verglichen und weisen dort in etwa das gleiche Vorkommen auf.

LITERATURVERZEICHNIS

1. Just, H. G., Deutsche Therapiewoche in Karlsruhe in Med. Welt 44, 1971
2. Meissner, Schaudig: Möglichkeiten und Ergebnisse der Schrittmacherbehandlung bei AV-Block. 45. Tagung der Bayr. Chirurgen am 18. Juli in München.
3. Dittmar, A. H., Friese G.: Erfahrung über die langfristige Reizung des menschlichen Herzens. Z. Kreislaufforschung 51 (1962) 66.
4. Dodinot, B., Faivre, G.: Die Überwachung von Patienten mit Herzschrittmachern. Münchner Med. Wochenschrift 111:711-20
5. Rosenkranz, K. A., Schaldach, H.: Transvenös endocardiale Vorhofsteuerung von Schrittmachern. Deutsche Med. Wochenschrift 96, 16
6. Conclin, E. F., Gregory, J.: Permanent transvenous pacemaker (a follow up study of 180 patients). American Heart Journal 82:4
7. Bergovich, J., Sidney F., Lasser J.: Management of acute myocardial infarction, complicated by advanced atrioventricular block. American Journal of Cardiology. 1969 S. 54
8. Ursinus, W., Herbst M., Ursinus K.: Unsere Indikationsstellung zur Schrittmacherimplantation von elektrischen Schrittmachern. Thoraxchirurgie 13:55, 1965
9. Borst, H.: in freier Diskussion. Thoraxchirurgie 13 H 4:277
10. Borst, H.: Temporär- und Dauerstimulation des Herzens mit künstlichem Schrittmachern. Internist 6:491, 1965

11. Castellanos, A., Lemberg, L., Jude, J. R.: Depression of artificial Pacemaker by extravenous impulses. American Heart Journal 73:24, 1967
12. Büchner, Ch., Bilger, R.: Geburt bei einer Patientin mit künstlichem Schrittmacher des Herzens. Deutsche Med. Wochenschrift 89:1932, 1964
13. Effert, S., Sykosch, H. J., Pulver, K. G.: Langfristige Therapie mit implantierbaren elektrischen Schrittmachern. Deutsche Med. Wochenschrift 89:654, 1964
14. Lagergreen, H., Johansson, L.: Atrial-triggered pacemaking without theracotoung, apparates und results in 20 cases. Acta Chir. Scand. 132:678-95, 1966
15. Chardak, W. M., Gage, A. A., Greatbach, W.: Myocardial and endo-cardiac electrodes for chronic implantation. Am. N 4 acad. Sci 148, 234-51, 1968
16. Scheppokat, K. D., Giebel, O.: Die Indikationsstellung zur Anwendung künstlicher Herzschrittmacher. Med. Welt 16:2565, 1965
17. Goetz, R. H., Dormandy, J-A., Berkovitz, B.: Pacing on demand in the treatment of atrioventricular conduction disturbances of the heart. Lancet 599, 1966
18. Dack, S.: Pacemaker therapie in heart block and Stokes-Adams syndrom. Journal Amer. med. Ass. 191:846, 1965
19. Lemberg, L., Castellanos, A., Berkovitz, B.: Pacemaking on demand in AV-block. Journal Amer. med. Ass. 191:12, 1965
20. Parsonnet, V., Zucker, I. R.: An implantable permanent transvenous standby pacemaker. Clin. Res. 13:527, 1965

21. Gotsman, M. S., Piller, L. W.: Some problems of permanent artificial pacing. Brit. med. Journal 343, 1968
22. Sowton, E.: Clinical application of demand pacemakers. Brit. med. Journal, 3:576, 1967
23. Böthig, S., Parsi, R. A., Warnke, H.: Titel unbekannt, Deutsches Gesundheitswesen 22:683, 1967
24. Dormanig, E., Helmer, F., Wohner, E.: Neuere Schrittmachertypen. Wiener klinische Wochenschrift. 80:915, 1968
25. Grendahl, H., Sivertssen, E., Bay, G., Bergan, F.: Permanent cardiac pacing (a follow up study of 38 patients). Acta med. scand. 185:139, 1969
26. Siddons, H., Sowton, E.: Cardiac pacemakers. Thomas Verlag, Springfield, Illinois, 1967
27. Irnich, W.: Die Kontrollmöglichkeiten implantierter Schrittmacher. Verh. dt. Ges. f. Kreislaufforschung, 35:263, 1969
28. Schaldach, M.: Fortschritte in der Schrittmachertherapie. Verh. dt. Ges. für Kreislaufforschung, 35:269, 1969
29. Scheppokat, K. D., Kirsch, U.: Störungen und Gefahren der künstlichen Herzstimulation. Verh. dt. Ges. für Kreislaufforschung, 35:151, 1969
30. Irnich, W., Effert, S.: Kontrolle implantierter Schrittmacher. Deutsche Med. Wochenschrift, 95:1091, 1970
31. Wende, V., Schaldach, M.: Neue intrakardiale Schrittmacherelektrode zur Vermeidung von Dislokationen bei stark dilatiertem Ventrikel. Deutsche Med. Wochenschrift, 95:2026, 1970

32. Goldstein, S., Moss, A. J., Robert, J.: Transthoracic and transvenous pacemakers, a comparative clinical experience with 131 implantable units. Brit. Heart Journal 32:35, 1970
33. Fuhrman, S., Escher, D., Solomom, N.: Experiences with myocardial and transvenous implanted cardiac pacemakers. Amer. J. Cardiol. 23:66, 1969
34. Nansom, E. M., Robinson, C. L. M., Merriman: 3 years experience with implanted pacemakers. Canadian med. Ass. 96:140, 1967
35. Rudolf, W., Borst, H. G.: Erfahrungen mit langfristiger und kurzfristiger elektrischer Reizung des menschlichen Herzens. Reanimation et org. art. 1:77, 1964
36. Praeprer, H., Schaldach, M.: Funktionsprüfung implantierter Herzschrittmacher. Sonderdruck aus Wiederbelebung und Organersatz.
37. Scheppokat, K. D., Saborowski, F.: Therapie der Herzrhythmusstörungen. Nauheimer Fortbildungslehrgänge, 33. Tagung S. 46, 1968
38. Meldung aus der Frankfurter Rundschau vom 12. Juni 1973 (Nr. 134).
39. Jorgensen, E. O., Lyngborg, K., Wennerold, A.: Unusual sign of perforation of a pacemaker catheter. American Heart Journal 74:732, 1967
40. Bleifeld, W., Rupp, M., Fleischmann, D., Effert, S.: Syndrom des kranken Sinusknoten (sick sinus syndrom). Deutsche Med. Wochenschrift 16, 99:795
41. Sykosch, J.: 6 Jahre Schrittmachertherapie. Deutsche Med. Wochenschrift 93:777, 1969

42. Baedeker, W., Henselmann, L., Weber, R.: Erfahrungen mit dem R-gesteuerten Schrittmachersystem. Münchner Med. Wochenschrift 10:525, 1969
43. Furman, S.: Fundamentals of cardiac pacing. American Heart Journal, 73:263, 1967
44. Runge, M., Narula, O. S.: Exploration des spezifischen Reizleitungssystems des Herzens durch Aktivitätsableitung vom His'schen Bündel. Deutsche Med. Wochenschrift 97:946, 1972
45. Dienstl, F.: Behandlungsergebnisse mit dem künstlichen Schrittmacher. Wiener Zentralblatt der Inneren Medizin 49 Suppl. 1-38, 1968
46. Bruck, A.: Differentialtherapie mit Herzschrittmachertypen. Verh. d. dt. Gesellschaft f. Kreislaufforschung 35:145, 1969
47. Knierim, H. J.: Morphologische Befunde am Erregungsleitungssystem in 60 Fällen von totalem AV-Block. Verh. dt. Ges.f. Kreislaufforschung 35:166, 1969
48. Tavel, M. E., Fisch, C.: Repetitive ventricular arrhythmia resulting from artificial internal pacemaker. Circulation 30:493-500, 1964
49. Rosselot, E., Ahmmade, J., Spoerer, A.: Trifascicular block treated by artificial Pacing. Amer. J. Cardiologie 26:6, 1970
50. Trautwein, W.: Elektrophysiologie des reizbildenden und reizleitenden Gewebes. Verh. dt. Ges. f. Kreislaufforschung 35:37, 1969
51. Wegener, K.: Pathologisch-anatomische Befunde am menschlichen Herzen nach Schrittmacherimplantation. Verh. dt. Ges. f. Kreislaufforschung 35:246, 1969

52. Holzmann, M.: Die Rhythmusstörungen des Herzens. Hand-buch der inneren Medizin, Band 9, Springer Verlag 1960
53. Atkins, J. M.,: Therapie des Schenkelblockes beim Myokardinfarkt. New Engl. J. Med. 288:281, 1973
54. Haslam, Jameson, A.: Herzrhythmusstörungen unter dem Bild der Epilepsie. Journal Amer. med. Ass. 224:887, 1973
55. Kunststadt, D.: Bifasciculärer Block, eine klinische und elektrophysiologische Studie. Amer. Heart Journal 68:173, 1973
56. Koch, R., Winter, R.: Reizschwellenerhöhung als Komplikation der Schrittmacherbehandlung. Med. Welt 4:156, 1974
57. Hoffmann, G., Büchner, Ch., Kleine, N., Wegener, M.: Untersuchungen zur Dynamik des Herzens bei Patienten mit Schrittmachern. Verh. dt. Ges. f. Kreislaufforschung 35:252, 1969
58. Westermann, K. W., Giebel, Kalinar, Priester, Scheppokat: Das Verhalten der elektrischen Reizschwelle bei Stimulation mit endocardialen Elektroden. Verh. dt. Ges. f. Kreislaufforschung 35:259, 1969
59. Giebel, U., Harms, H., Scheppokat, K. D.: Verfahren und Ergebnisse der Schrittmacherbehandlung des Herzens. Verh. dt. Ges. f. Kreislaufforschung 31:107 - 12, 1965
60. Huth, F., Ringler, W., Sykosch, J.: Befunde an Gewebstaschen von implantierten Impulsgeneratoren. Z. f. Kreislaufforschung 56:109, 1967
61. Buch, A., Mahringer, W., Spang, K.: 6 Jahre Erfahrungen mit der Implantation elektrischer Herzschrittmacher. Z. f. Kreislaufforschung 58:1, 1969

62. Solti, F., Szabo, Z., Rev, J., Nagy., Memes, A.: Regulation der Extremitätendurchblutung bei Vorhoff-kammerblock vor und nach Schrittmacherimplantation. Z. f. Kreislaufforschung 58:1080, 1969
63. Lillehei, C. W., Sellers, R. D., Eliot, R. S., Shaver, K. B.: Implanted cardiac pacemakers (experience with 100 consecutive patients). American Journal of Surgery 114:69, 1967
64. Hensel, G.: Aktuelle Behandlungen von Herzrhythmusstörungen. Münchner med. Wochenschrift 113:16, 1972
65. Schieffer, H., Bette, L., Doenecke, P.: Erfahrungen mit intra-kardialen Herzschrittmachern. Münchner med. Wochenschrift 113:51, 1971
66. Haasis, R.: Die Pacemakerimplantation als Therapieform der vagal-kardialen Form des spontanen hypersensitiven Karotis-sinussyndroms. Deutsche med. Wochenschrift 13:519, 1972
67. Gleichmann, U.: Häufigkeit und klinische Bedeutung uni-, bi-, und trifasciculärer Blockbilder. Deutsche med. Wochen-schrift, 14:539, 1972
68. Gleichmann, U.: Intraventriculäre Erregungsausbreitungs-störungen. Deutsche med. Wochenschrift 14:569, 1972
69. Rosenbaum, M. B., Elizari, M. V.: Intraventricular tri-fascicular blocks. Amer. Heart Journal 78:450, 1969
70. Kortmann, R.: Beobachtungen zur Rehabilitation von Schrittmacher-Patienten. Med. Welt 25:14, 1974
71. Rosenkranz, Schaldach: Zur Anwendung kernenergiebetriebener Herzschrittmacher mit transvenös endokardialer Elektro-stimulation. Deutsche med. Wochenschrift 47:2247, 1973

72. Bisping, A., J., Irnich, W., Meyer, J., Effert, S.:
Störbeeinflussung implantierter Schrittmacher im Alltag.
Deutsche med. Wochenschrift 46:1773, 1972
73. Schulte, H. D.: Indikation und Implantation von Herz-
schrittmachern. Deutsches Ärzteblatt 36:2312, 1973
74. Ohne Verfasser: Neue Methoden der Schrittmacherkontrolle.
Medical Tribune 37:19, 1973
75. Saigusa, M.: 6 years experience with cardiac pacemaking
for Heartblock. Japanese Circulation Journal 33:1583, 1969
76. Schaldach, M.: Entwicklungsaussichten der Schrittmacher.
Verh. dt. Ges. f. Kreislaufforschung. Thieme Verlag 1968
77. Doerr, W.: Die Anatomie des Reizleitungssystems. Verh. dt.
Ges. f. Kreislaufforschung. Thieme Verlag 1968
78. Buchner, Ch., Dräger, W., Lönne, E.: EKG bei Schenkel-
block. Broschüre der Gödecke GmbH, Berlin.
79. Holzmann, M.: Herzrhythmusstörungen. Med. Welt 26:1073, 1973
80. Holzmann, M.: Erscheinungsformen und Differentialdiagnose
von Herzrhythmusstörungen. Med. Welt 24:1075, 1973
81. Nager, F.: Erfahrungen und Fortschritte in der Schrittmacher-
behandlung. Med. Welt 26:1102, 1973
82. Bender, F.: Ursachen, Auswirkungen und medikamentöse Be-
handlung der Störungen der Erregungsleitung des Herzens.
Med. Welt 26:1089, 1973

83. Chardac, W. M., Gage, A. A., Schimert, G.: Two years clinical experience with the implantable pacemaker for complete heart block. Dis. Chest 43:225-39, 1963
84. Elmquist, R., Landegreen, J.: Artificial pacemaker for treatment of Adams-Stokes syndrom and slow heart rate. Amer. Heart Journal 65:731-4, 1963
85. Senning, A.: Über die Benutzung des elektrischen Schrittmachers in der Behandlung von Adams-Stokes Anfällen. Langenbeck Arch. Klin. Chir. 308:265-73, 1964

Herrn Professor Dr. med. H. Just danke ich für die Überlassung des Themas und des Arbeitsplatzes sowie für hilfsreiche Anleitung bei der Durchführung der Arbeit.

Für die Beratung bei statistischen Fragen danke ich Herrn Dr. med. Scheidt.

- Lebenslauf -

Ich wurde am 16. 2. 1949 in Neustadt/Weinstraße als zweites Kind des Dr. Walter Hofmann und seiner Ehefrau Marianne, geb. Eisten, geboren. Von Ostern 1955 bis Ostern 1959 besuchte ich die christlich simultane Volksschule in Mainz-Zahlbach, anschließend das Rabanus Maurus-Gymnasium in Mainz, wo ich am 14. 6. 1967 mein Abitur ablegte.

Im Wintersemester 1967 begann ich an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz mit meinem Medizinstudium, legte nach 2 Semestern mein Vorphysikum ab, nach weiteren 3 Semestern das Physikum und im Juli 1973 nach insgesamt 12 Semestern das Staatsexamen. Während des klinischen Studiums verbrachte ich je 1 Semester in Kiel und Wien.

Im Winter-Semester 1973 begann ich ein Zweitstudium der Psychologie in Mainz, in dem ich mich jetzt im 3. Semester befinde.

Vom Juli bis einschließlich Oktober 1974 leistete ich meine freie Zeit als Medizinalassistent an der psychiatrischen Universitätsklinik in Mainz ab.

